



2016年8月北海道水害緊急報告 石狩川水系の状況

水害調査団：清水康行・石田義明・久加朋子

 **PASCO**
World's Leading Geospatial Group

2016年9月1日（木） 撮影：株式会社パスコ



2016年北海道水害調査団報告書石狩川水系編(目次)

1. 石狩川水系における水害被害の概要

- (1) 河川の状況(流量、水位状況)・各観測所、計画高水位超過箇所など【山崎・空閑・清水】
- (2) ダムの状況(運用状況)【山崎・空閑・清水】
- (3) 破堤、氾濫の概要【山崎・空閑・清水】

2. 石狩川上流部における被害状況

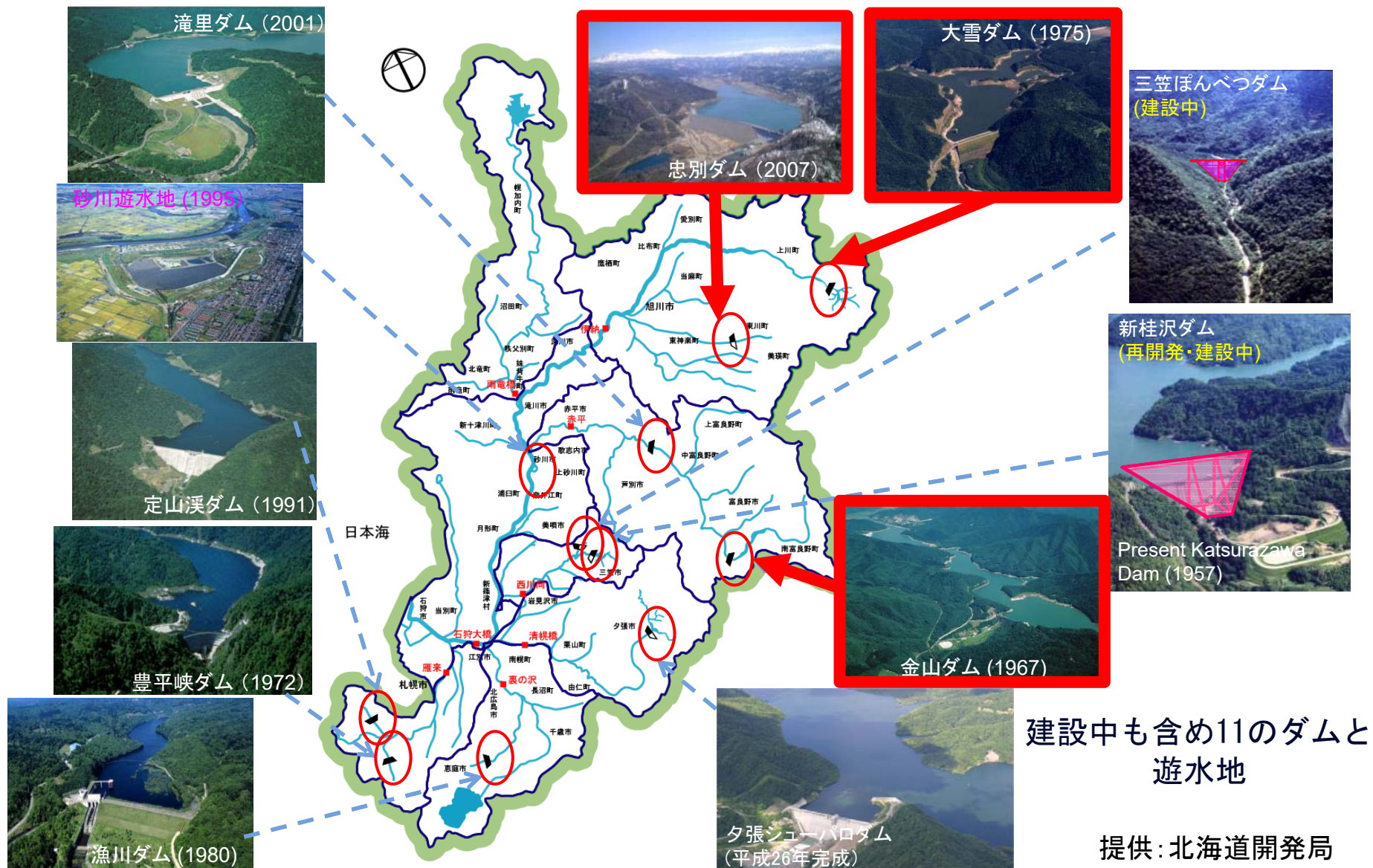
- (1) 辺別川・美瑛川における河岸浸食・破堤および橋梁の被害状況【井上】
- (2) 辺別川における河道災害の要因分析【井上・清水】

3. 空知川幾寅地区における被害状況

- (1) 破堤・氾濫状況【石田・久加】
- (2) 氾濫域の被害状況【西原】
- (3) 流路変動の実態 【岩崎・久加】
- (4) 氾濫の要因分析(氾濫シミュレーションも含む)【石田・岩崎・川村郁夫】
- (5) 破堤の要因分析【西村・川村育】
- (6) 補助区間の被害状況【清水・松田・山崎】
- (7) 応急復旧の実態と課題【川村郁夫】
- (8) 流木の発生量と影響【川村育夫】
- (9) 南富良野町における避難行動状況の実態と問題点【田中岳】

直轄多目的ダムの湛水状況

石狩川流域には、直轄管理のダム・遊水地が11設置(建設中含む)されている。
今回の洪水では、洪水調節により下流の氾濫被害軽減に大きく寄与した。





忠別ダム:2016年8月25日撮影(北海道開発局提供)



大雪山ダム:2016年8月24日(写真提供:北海道開発局)

大雪ダム貯水池運用状況8/22 23:00～ 8/24 24:00

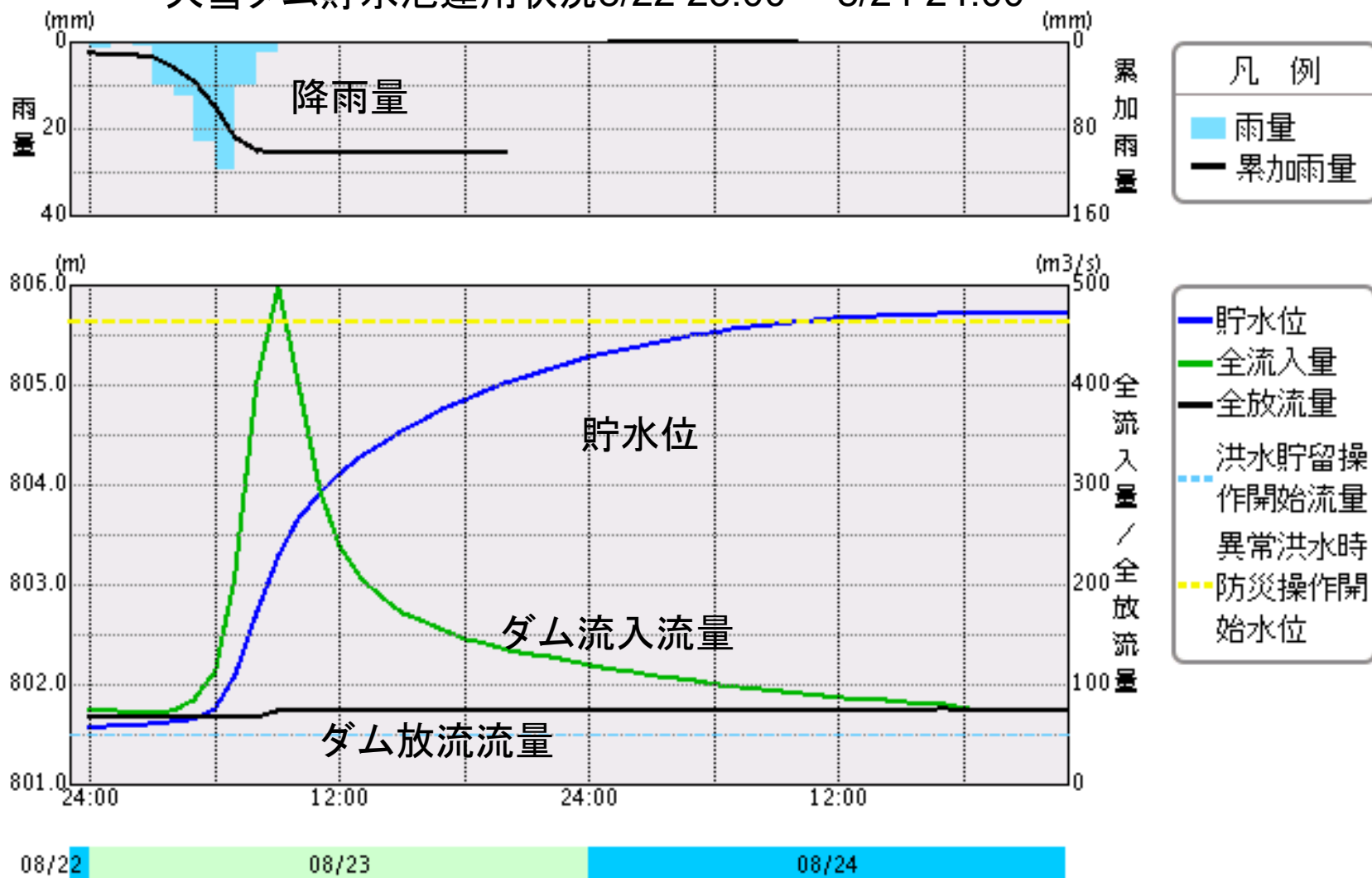


Figure 1 consists of two vertically stacked graphs sharing a common x-axis representing time from August 29, 12:00 to September 1, 3:00.

The top graph displays hourly rainfall (時間雨量) in mm/h on the left y-axis (0 to 30) and cumulative rainfall (累加雨量) in mm on the right y-axis (0 to 350). A blue bar chart shows the hourly rainfall, and a purple line shows the cumulative rainfall. Text in the graph indicates the period from 8/28 18:00 to 9/1 3:00 and a total rainfall of 272.9mm for the dam basin average.

The bottom graph displays inflow (流入量, red line), outflow (放流量, blue line), and storage (貯水量, green line) on the left y-axis (0 to 1600 m³/s) and storage on the right y-axis (330 to 350 m). The inflow peaks sharply at approximately 1500 m³/s on September 1, 3:00. The outflow peaks at approximately 500 m³/s on September 1, 12:00. The storage increases steadily, reaching approximately 5,390,000 m³ by September 1, 3:00. A vertical double-headed arrow indicates the difference between inflow and outflow, labeled '最大調節量' (Maximum Regulation Quantity). A text box states: '洪水を貯留した量 約5,390万m³' (Volume of flood water stored, approximately 5,390,000 m³) and '最大調節量* 約1,320m³/s' (Maximum regulation quantity, approximately 1,320 m³/s).

An aerial photograph showing a large concrete dam with multiple spillways, situated in a lush, green forested area. A large reservoir of water is visible behind the dam, and a winding road or path leads up to the dam structure. The surrounding landscape is densely wooded with green trees.

北海道開発局提供資料より作成



2016年11月24日衆議院災害対策特別委員会



2016年11月24日衆議院災害対策特別委員会

破堤・氾濫の概要(石狩川納内地区)

10

台風第9号(8月23日)による降雨のため、石狩川中流の納内観測所(深川市)では、昭和50年、56年洪水に次ぐ水位を観測。

深川市納内町付近および旭川市神居町神居古潭において、約120haが浸水し、家屋6戸の浸水被害が発生。



台風第9号(8月23日)による出水状況(1)

- 8月23日からの台風第9号の影響により、流域各地で激しい雨が降りました。
上流域の美瑛町白金で191mm、層雲峡で116mmを観測
- 札幌開発建設部が管理する河川では、石狩川本川の納内水位観測所では「はん濫危険水位」を超え、昭和56年洪水に次ぐ高い水位を記録。



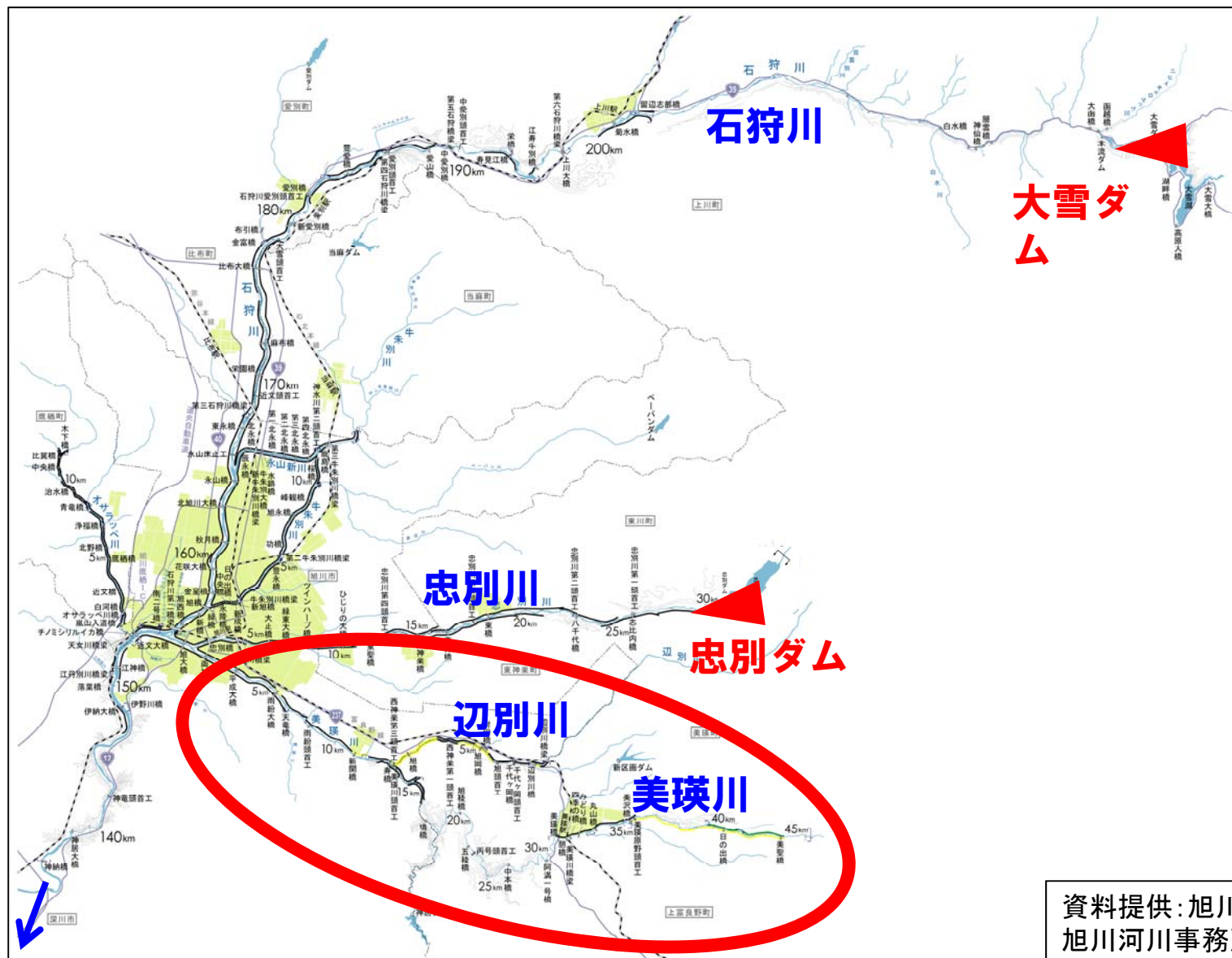
台風第9号(8月23日)による出水状況(2)

石狩川本川の深川市納内町付近及び旭川市神居町神居古潭において浸水面積約120ヘクタール、浸水家屋6戸のはん濫が発生



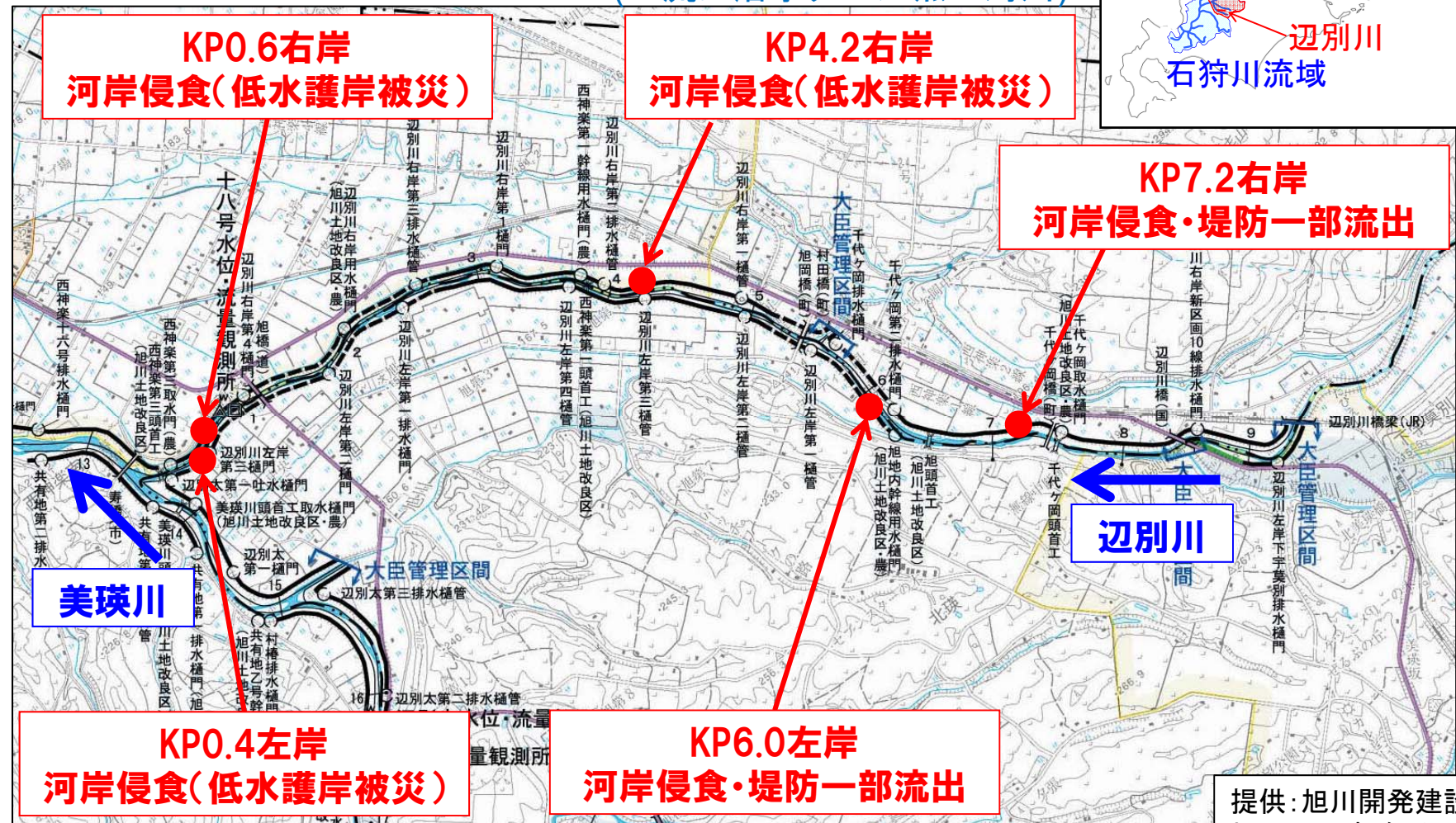
23日17時頃撮影
写真:札幌開発建設部

石狩川上流域河川図

資料提供:旭川開発建設部
旭川河川事務所

石狩川水系 美瑛川・辺別川

(上流に治水ダムが無い河川)

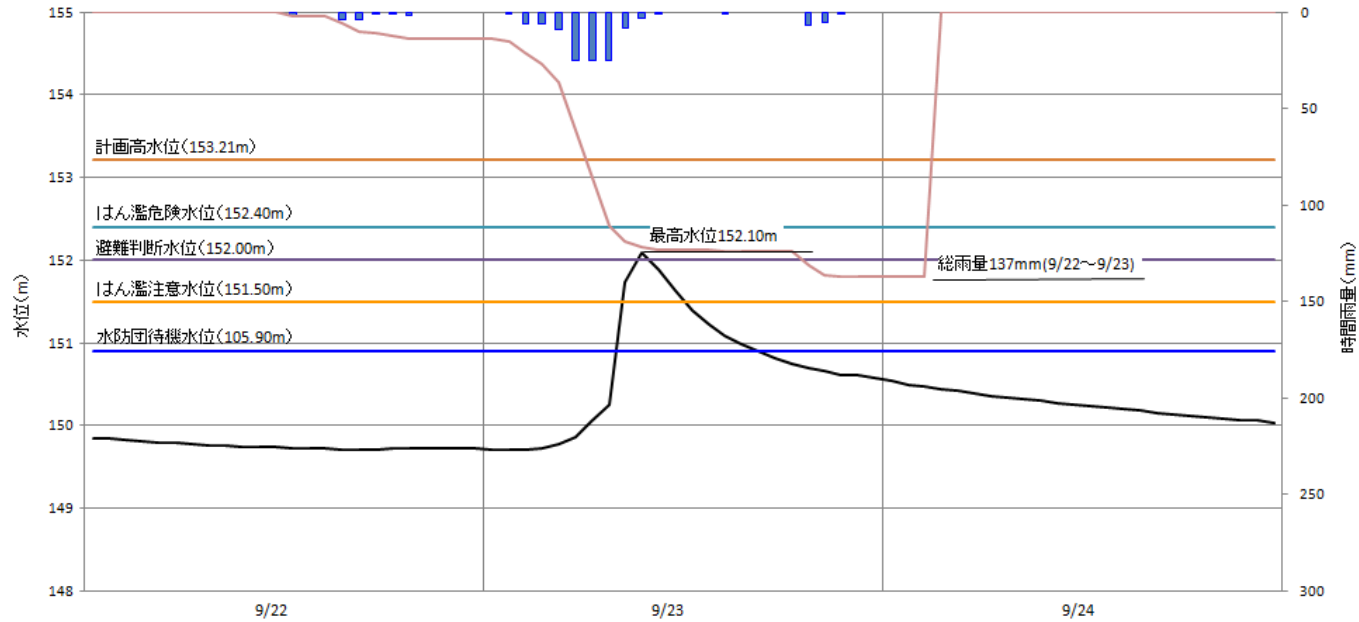


石狩川水系辺別川の被災状況(担当:井上)

雨及び水位の状況

辺別川 18号地点

雨量観測所:俵真布
水位観測所:18号



9月23日 辺別川 18号下流(18号水位観測所付近)



辺別川 九線橋の被災状況

九線橋の位置図と
被災前の航空写真
(点線はおおよその河岸侵食ライン)

寒地土木研究所
井上研究員による調査結果



国土地理院(2009年撮影)



右岸側橋台裏が被災

写真提供: 寒地土木研究所 井上卓也研究員



写真提供:寒地土木研究所 井上卓也研究員

九線橋被災メカニズム(現地調査と数値解析)

- ✓ 昨年の北海道豪雨では118の橋が被災した.
- ✓ その特徴は, 河岸侵食に伴う橋台や取付け道路の被災が多かったことである.
- ✓ ここでは, 九線橋(辺別川)を対象に橋台沈下のメカニズムと, 河岸侵食をひき起こした要因を調査した.
- ✓ 九線橋を対象とした理由は, 2010年洪水で中央の橋脚が被災しており, 右岸橋台が被災した今回の洪水との比較するにより, 被災要因を抽出できると考えたためである.

位置図



被災前の航空写真



被災前の航空写真(Google)

被災後の航空写真



被災前の航空写真(Google)+UAV

被災状況

- ✓ 右岸橋台が沈下，右岸橋台と中央橋脚間の橋桁がねじれながら落下．
- ✓ 中央部の橋脚に被災はなし．
- ✓ 洪水時にその場にいた美栄町職員の話では，橋上面は浸水しておらず，橋台はゆっくりと沈んでいった．
- ✓ 河岸侵食によって橋台を支持する土砂が徐々に流出し，沈下したと推測される．

左岸から



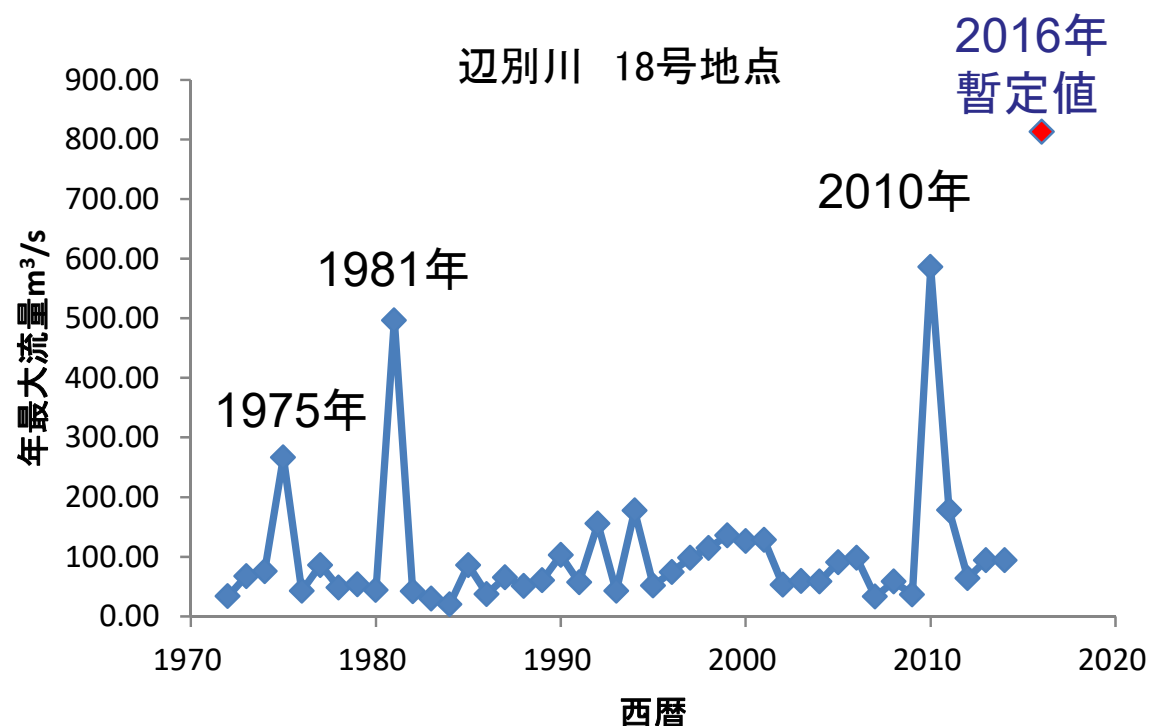
右岸から



最大流量の経年変化

右岸橋台が被災した2016年の洪水の流量は、中央橋脚が被災した2010年の洪水より大きい。

→流量規模が影響した可能性あり。

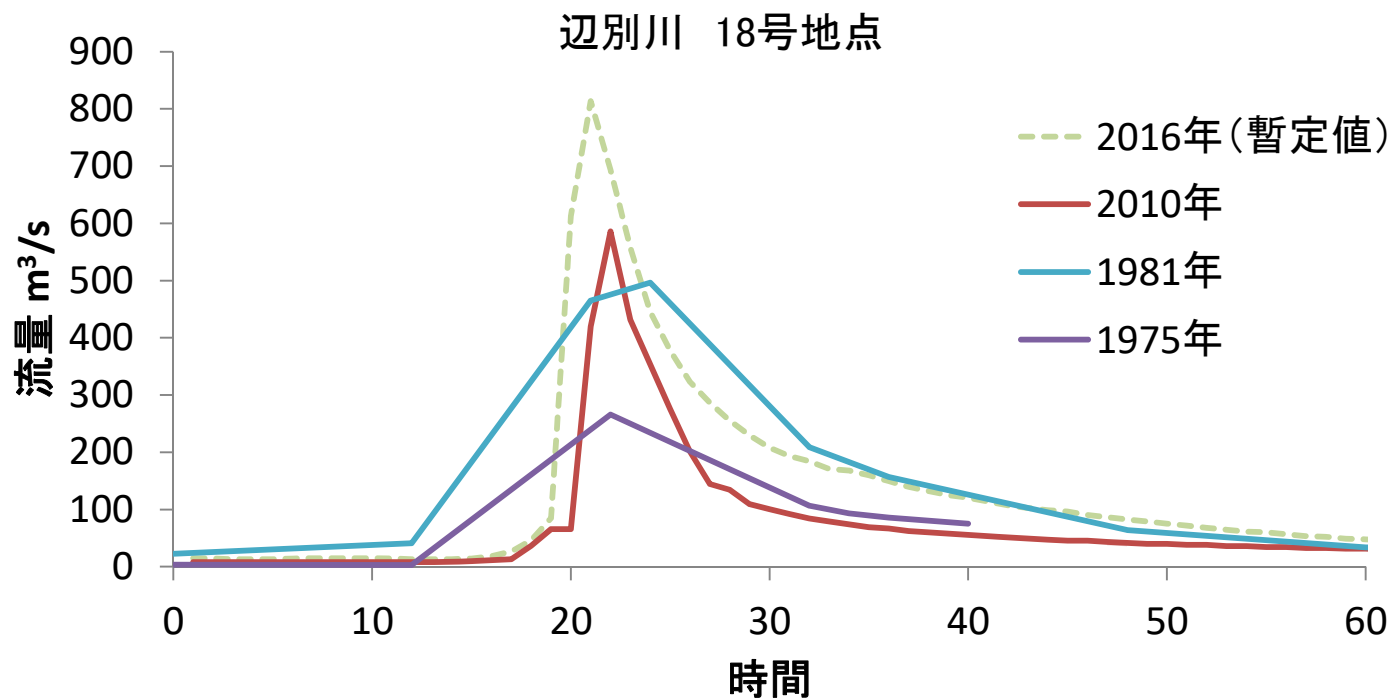


18号地点上流の流域面積189km²に対し九線橋上流の流域面積は76.4km²
単純に流域面積比で考えれば、九線橋地点の流量は上の図の4割程度。

洪水継続時間

中央橋脚が被災した2010年の洪水継続時間は、右岸橋台が被災した2016年に比べて短い。

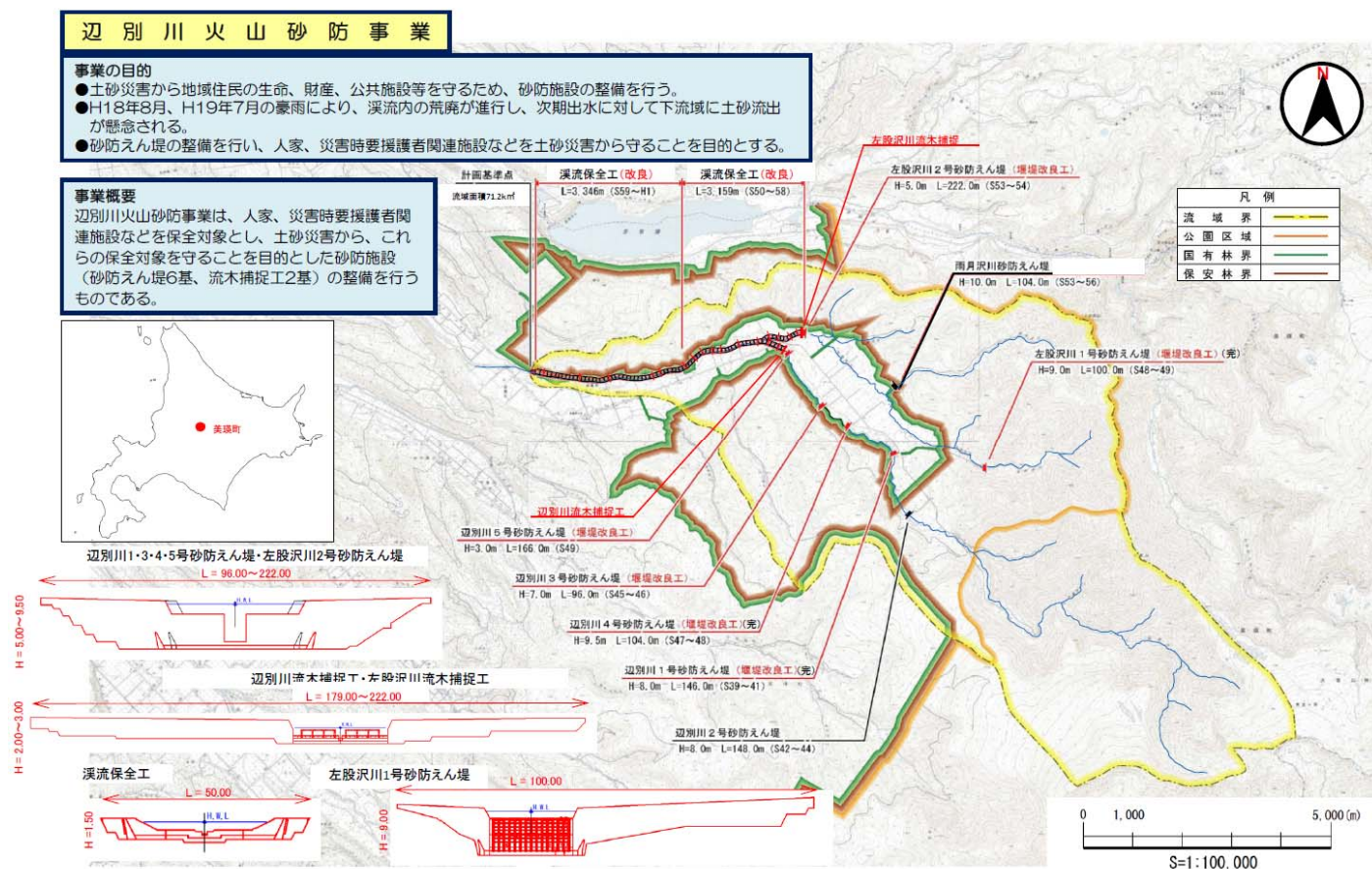
→洪水継続時間が影響した可能性あり。



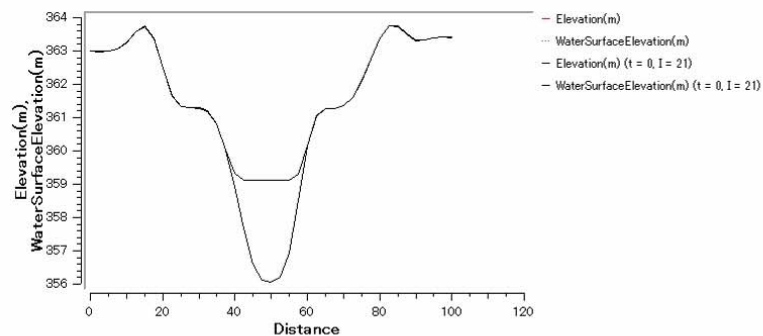
18号地点上流の流域面積189km²に対し九線橋上流の流域面積は76.4km²
単純に流域面積比で考えれば、九線橋地点の流量は上の図の4割程度。

土砂供給の変化

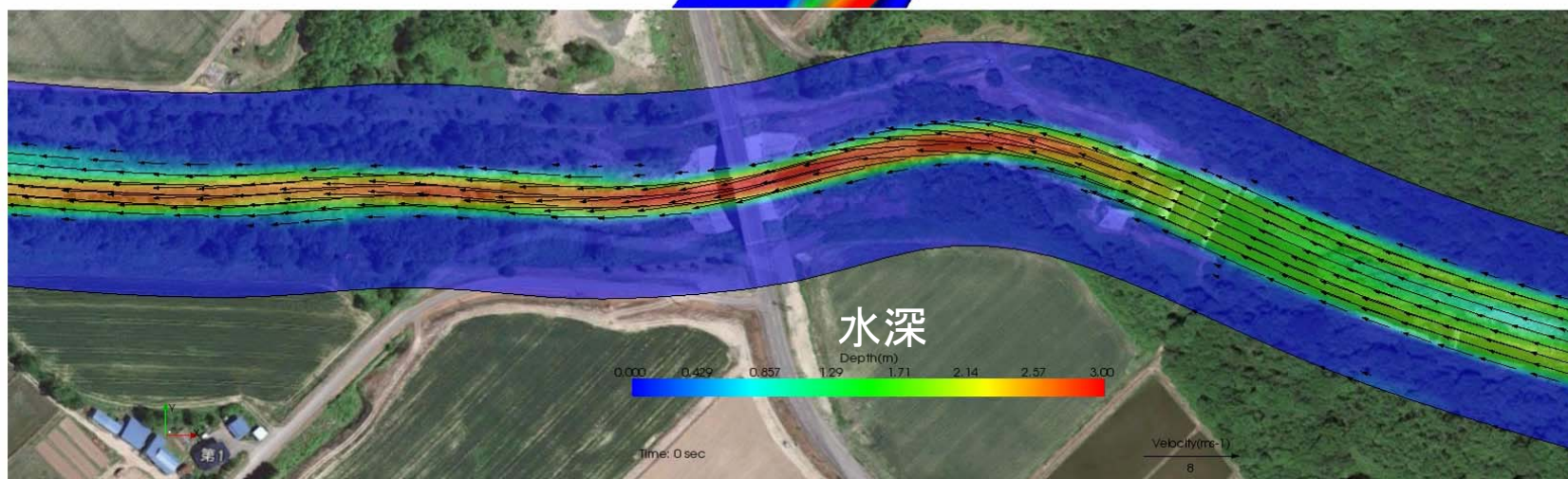
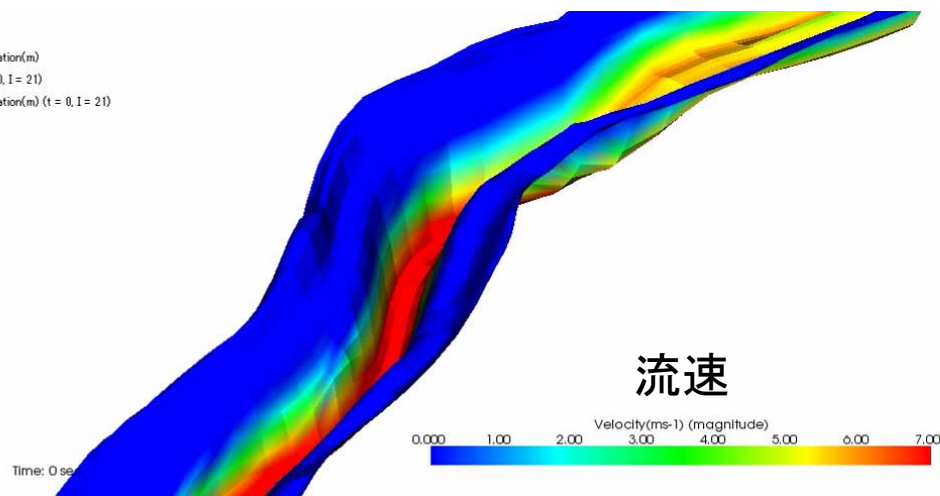
九線橋の上流では火山砂防事業が行われている。
 九線橋の直上流の溪流保全工は、1984年～1989年に整備。
 →土砂供給の変化が影響した可能性あり。



iRIC Nays2Dを用いた解析

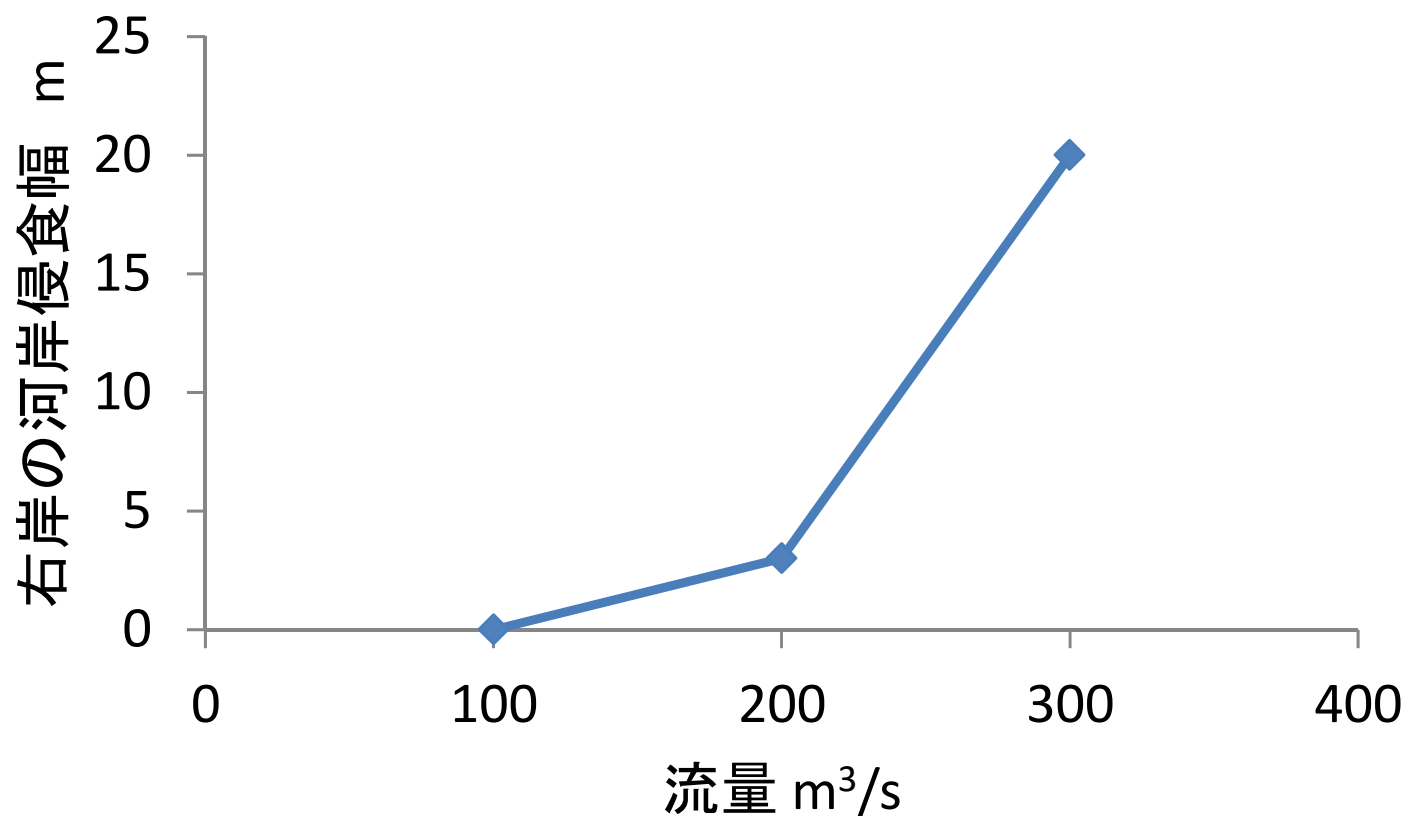


九線橋地点の横断面図



洪水規模の影響

流量規模により侵食幅は大きく異なり, $300\text{m}^3/\text{s}$ (2016年の推定流量) を与えた場合の侵食幅は20m, $200\text{m}^3/\text{s}$ (2011年の推定流量) で3m, $100\text{m}^3/\text{s}$ だと河岸侵食は発生しなかった.

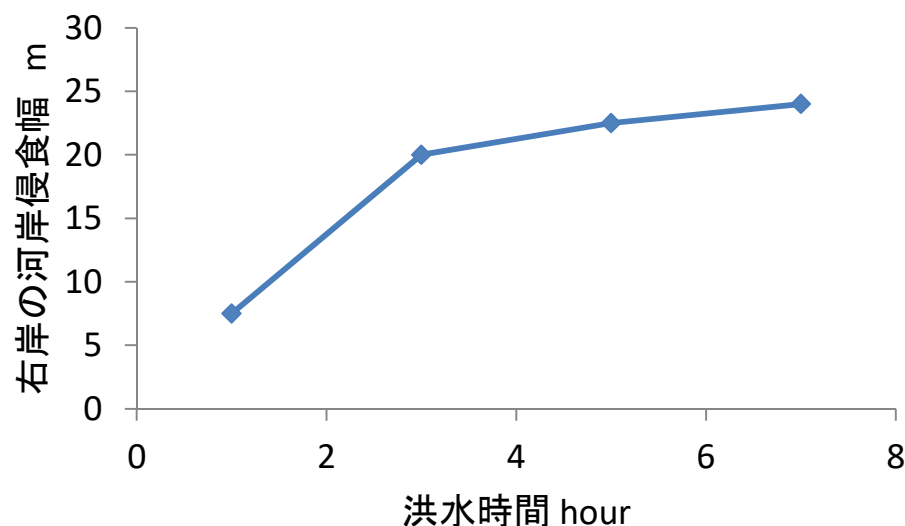


洪水継続時間は3時間, 土砂供給は動的平衡を仮定

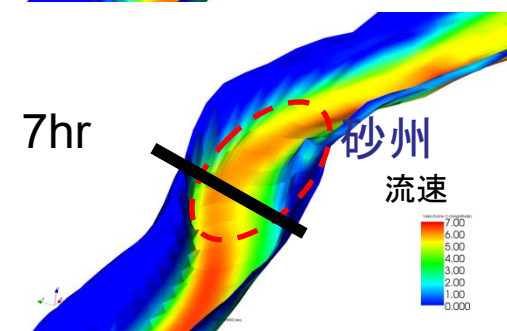
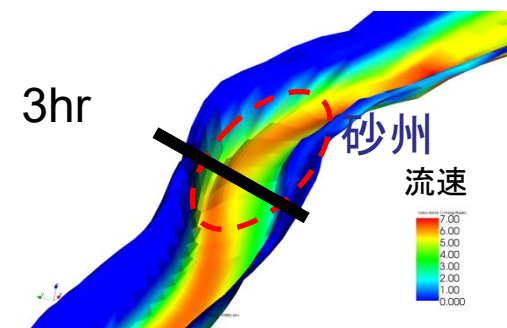
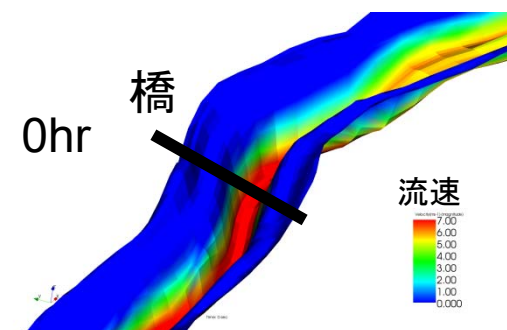
洪水規模の影響

洪水継続時間は、河岸侵食幅に影響を与える。ただし、3時間以降、侵食幅はあまり変わらない。

左岸側の砂州が、3時間程度で概ね平衡に至り、流れがそれ以上右岸側へ寄らなくなるためと推測される。

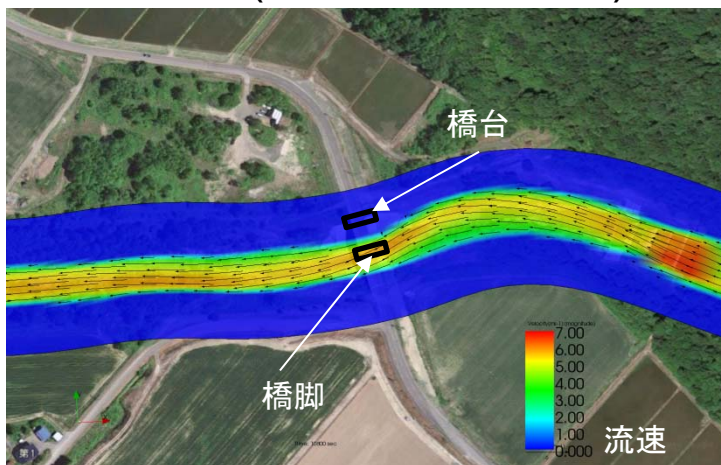


洪水流量は $300\text{m}^3/\text{s}$ 、土砂供給は動的平衡を仮定

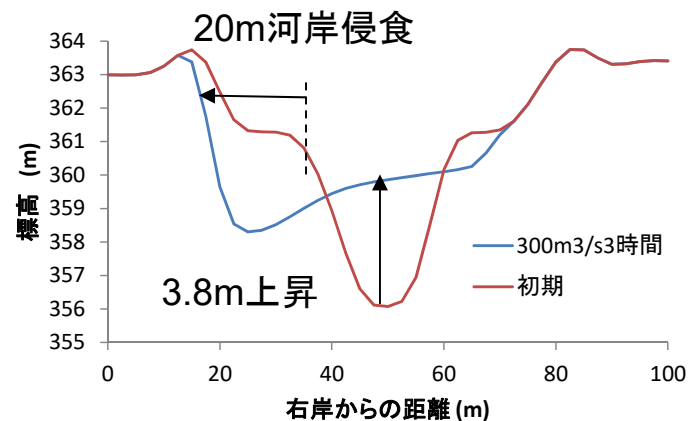
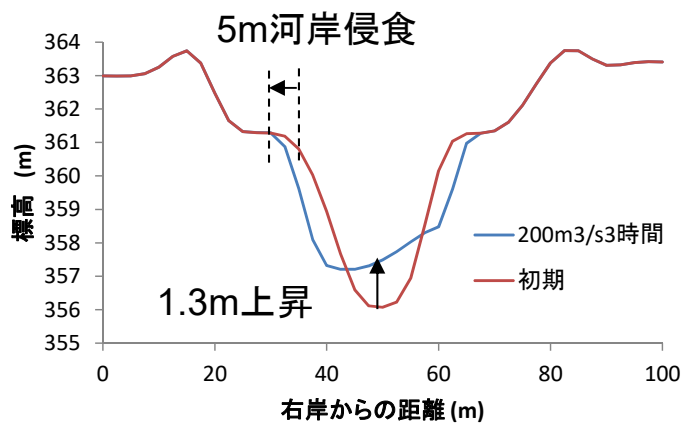
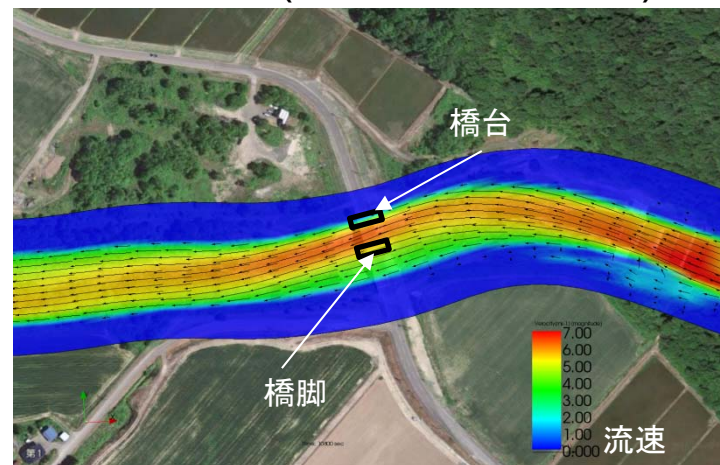


土砂供給が十分の場合，中央部は河床上昇

200m³/s (2010年洪水規模)

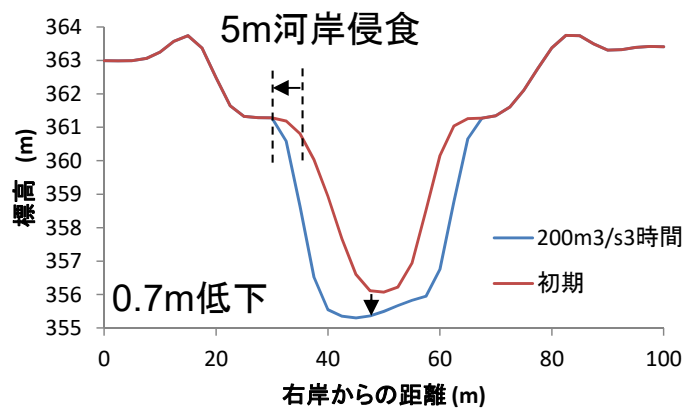
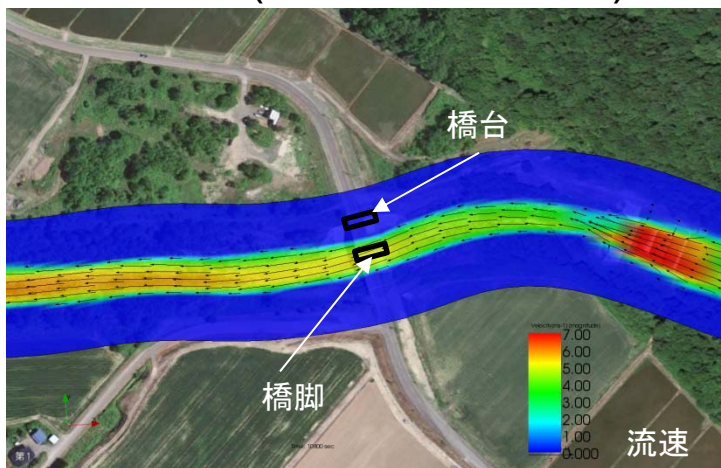


300m³/s (2016年洪水規模)

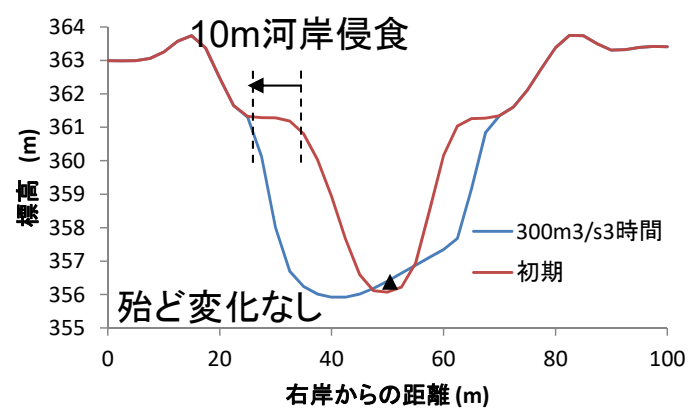
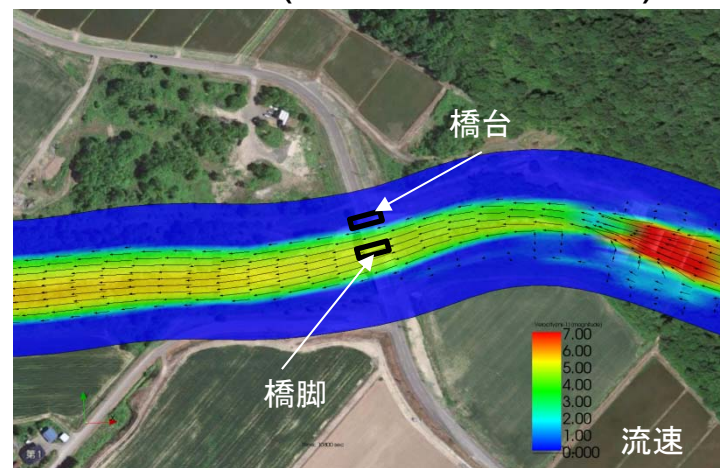


土砂供給がない場合

200m³/s (2010年洪水規模)



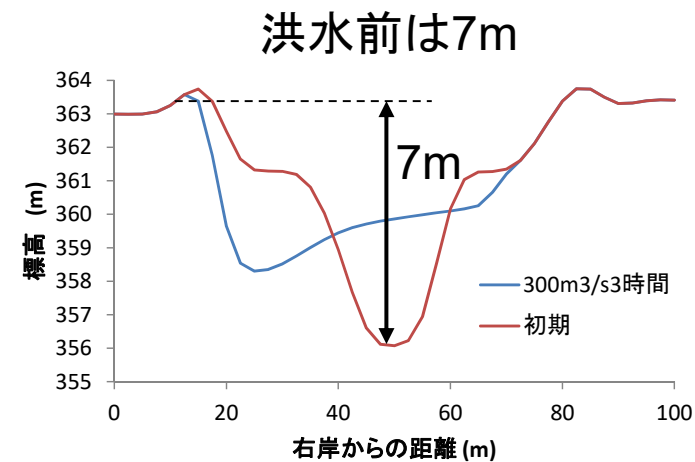
300m³/s (2016年洪水規模)



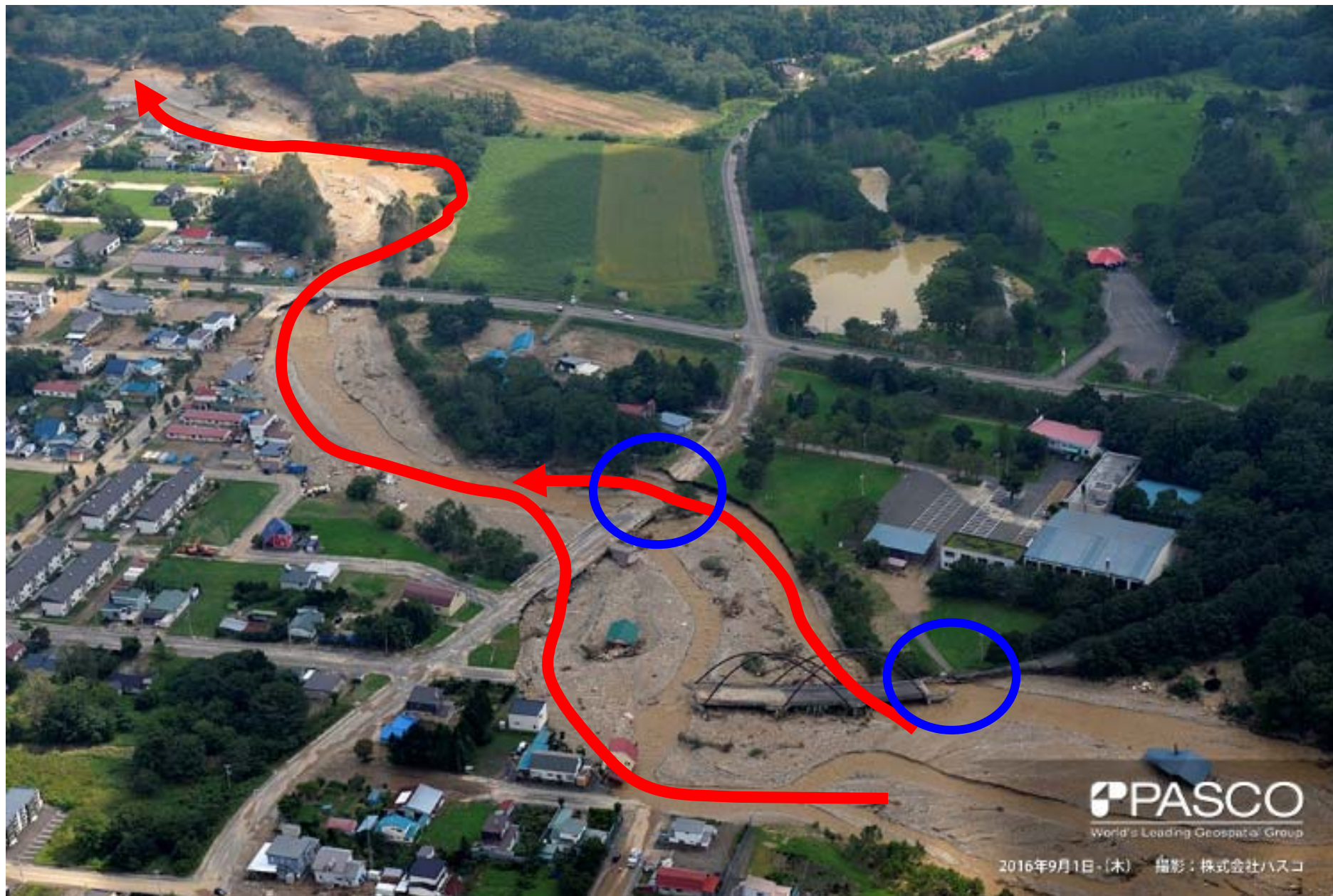
動的平衡条件に比べ、河岸侵食が少なくなる

土砂供給がない場合

- ✓ 上述の調査および解析から、今回の大規模河岸侵食は、洪水流量が大きく土砂供給が十分にあったことによって発生したと推定される。
- ✓ 実際に、今回の洪水後は河床が約2m上昇しており、土砂供給が多かったことが伺える。
- ✓ 一方、2010年洪水では、流量が小さく河岸侵食が抑制され、上流からの土砂供給も少なかったため、河道中央部が低下し、橋脚の被災に繋がったと推定される。

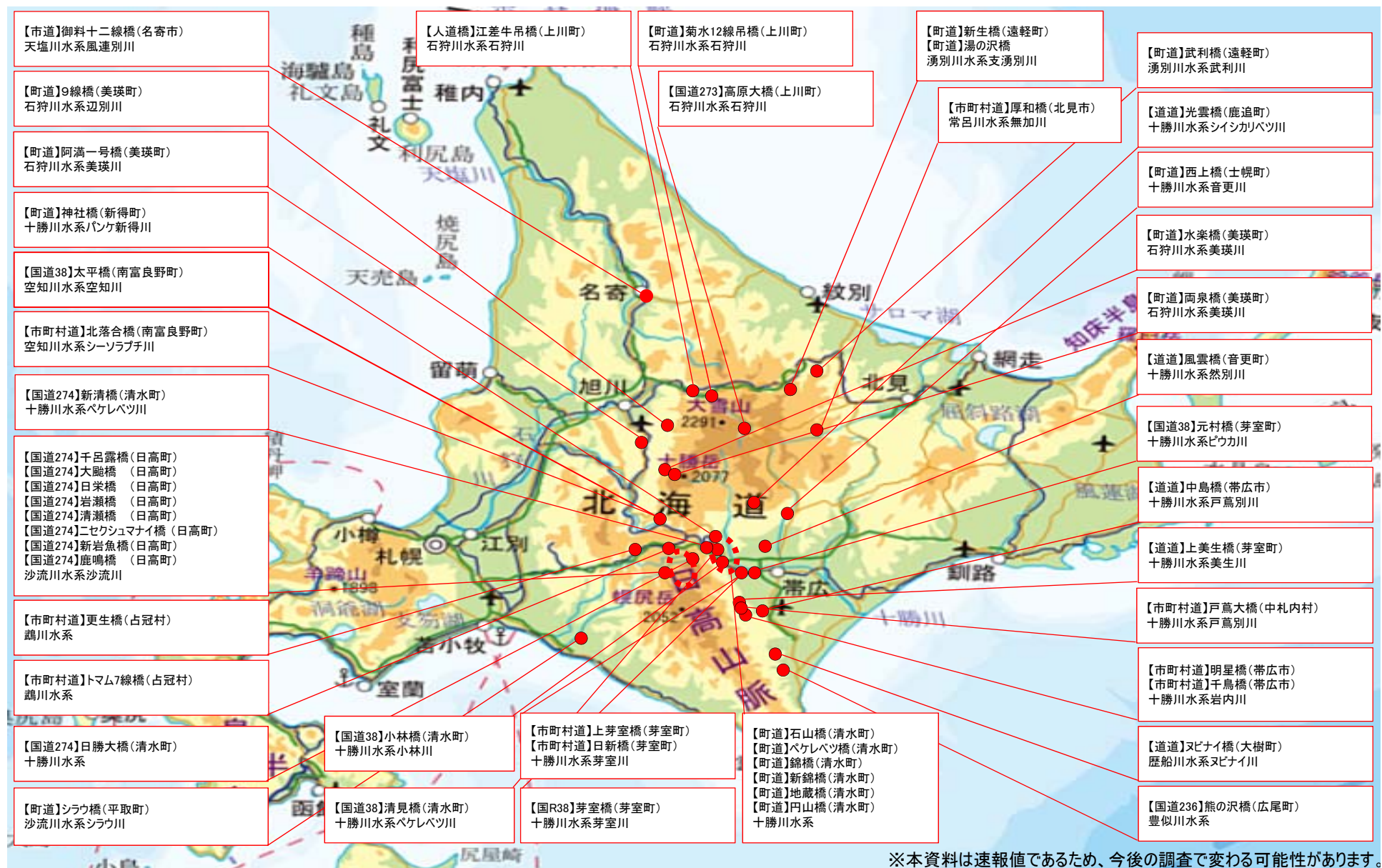


ペケレベツ川(十勝清水)





平成28年8月20日からの大雨及び台風10号の大 JSCE 雨による主な橋梁被災について



※本資料は速報値であるため、今後の調査で変わる可能性があります。

国道274号 日高町千呂露橋(H28.8.31の状況)

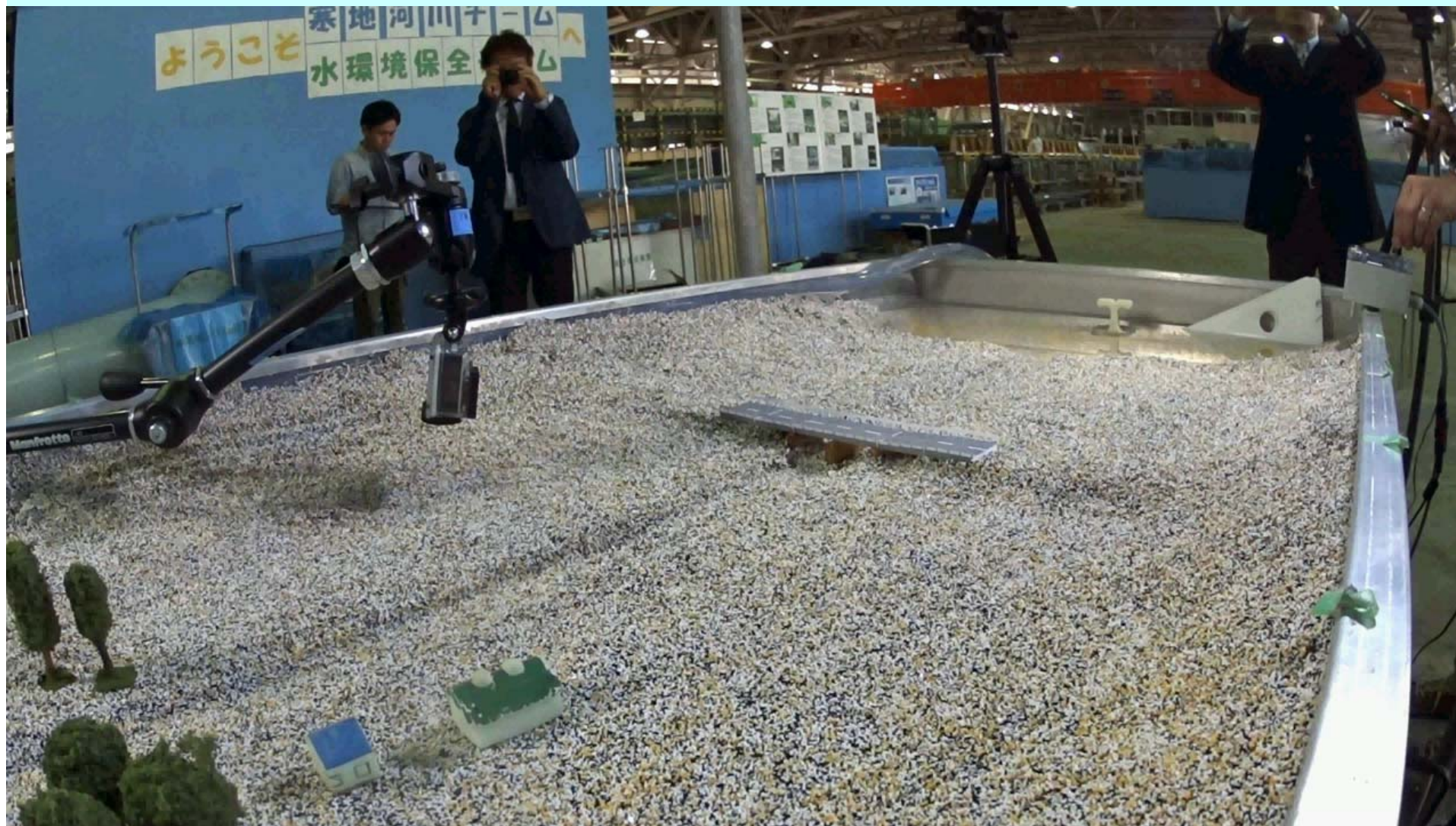
北海道開発局提供



国道274号 日高町千呂露橋(H28.8.31の状況)

北海道開発局提供





時間経過



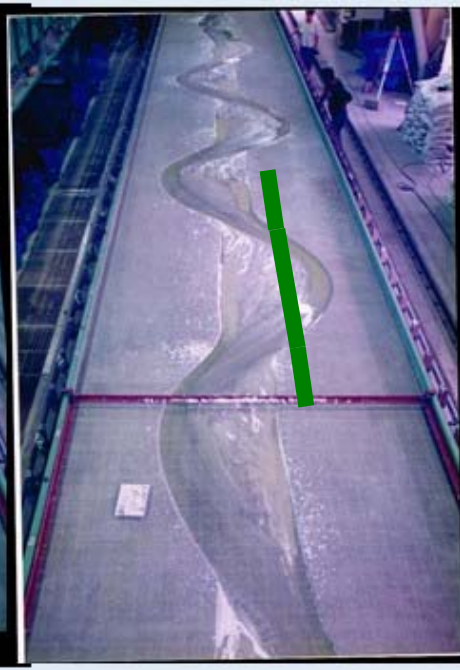
120分



550分



680分



912分

直線 → 徐々に蛇行 → 左右に大きく蛇行



2016年10月19日
JAL2863便より撮影
丘珠11:25→釧路12:10

音更川
上士幌町の西側

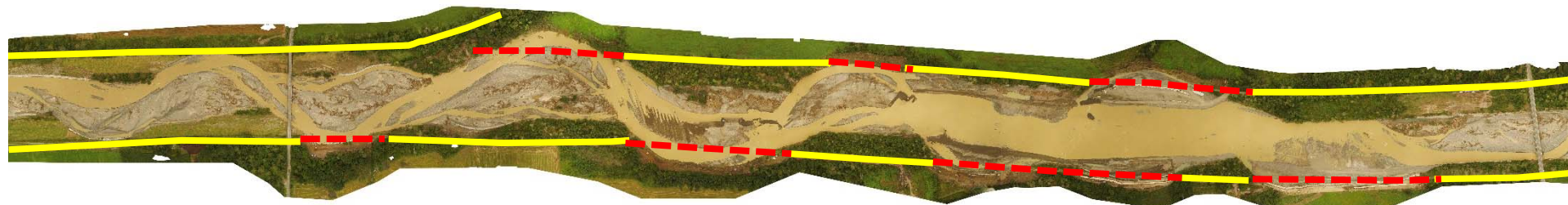
音更川堤防被災状況

上士幌町付近

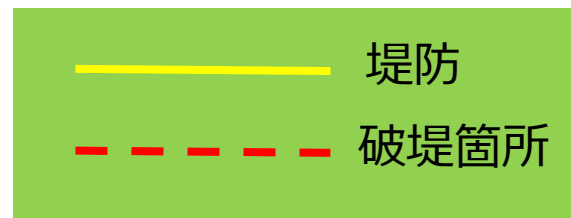
Google Earthによる最新画像（撮影日時不明）



北開水工コンサルタント伊賀氏による撮影画像（2016年9月13,14日撮影）



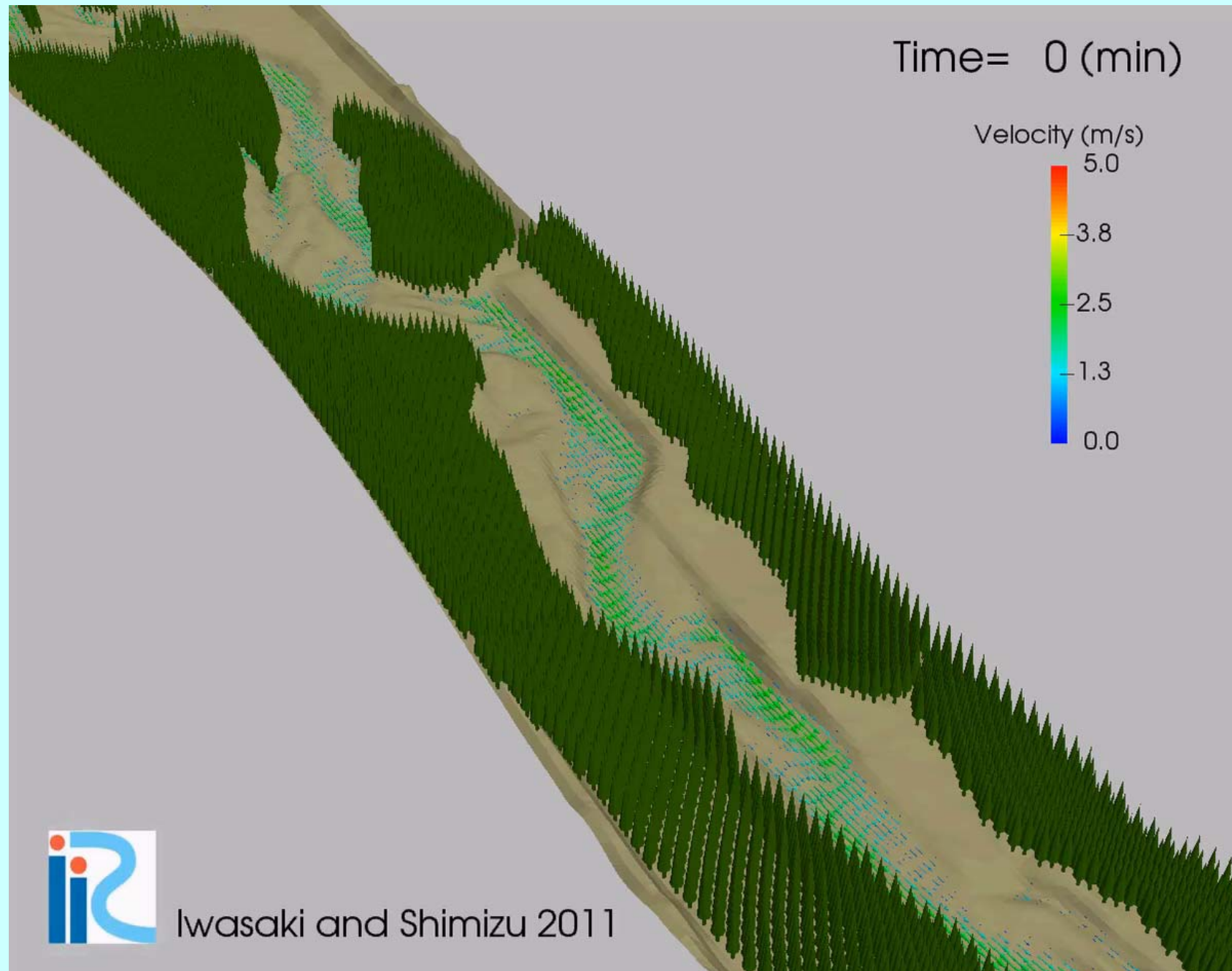
流下方向





シン技術コンサル撮影斜め写真(2016年9月1日撮影)







空知川幾寅地区における被害状況 (石田、岩崎、久加)

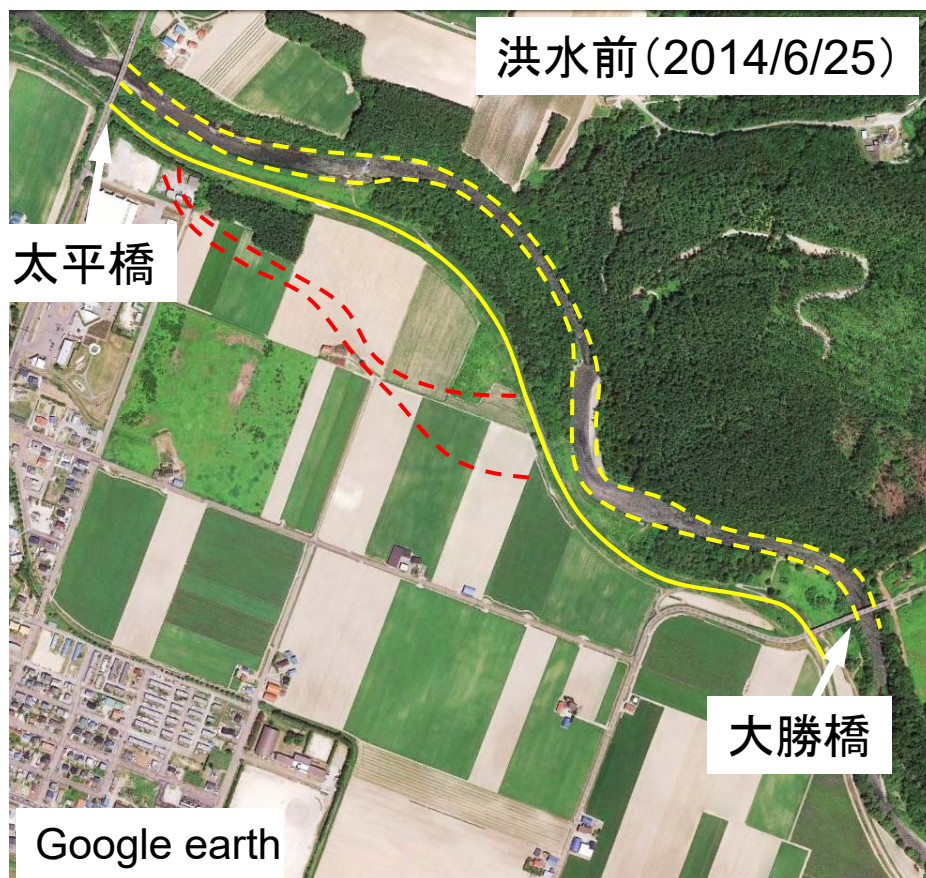
8月16日からの降雨に加え、8月29日からの台風第10号の大雨により、空知川上流の串内雨量観測所では、降り始めからの雨量が515mmに達した。

・空知川の堤防決壊及びユクトラシュベツ川の氾濫により、南富良野町幾寅地区において約130haが浸水し、住家約107戸、食品加工工場等が浸水。



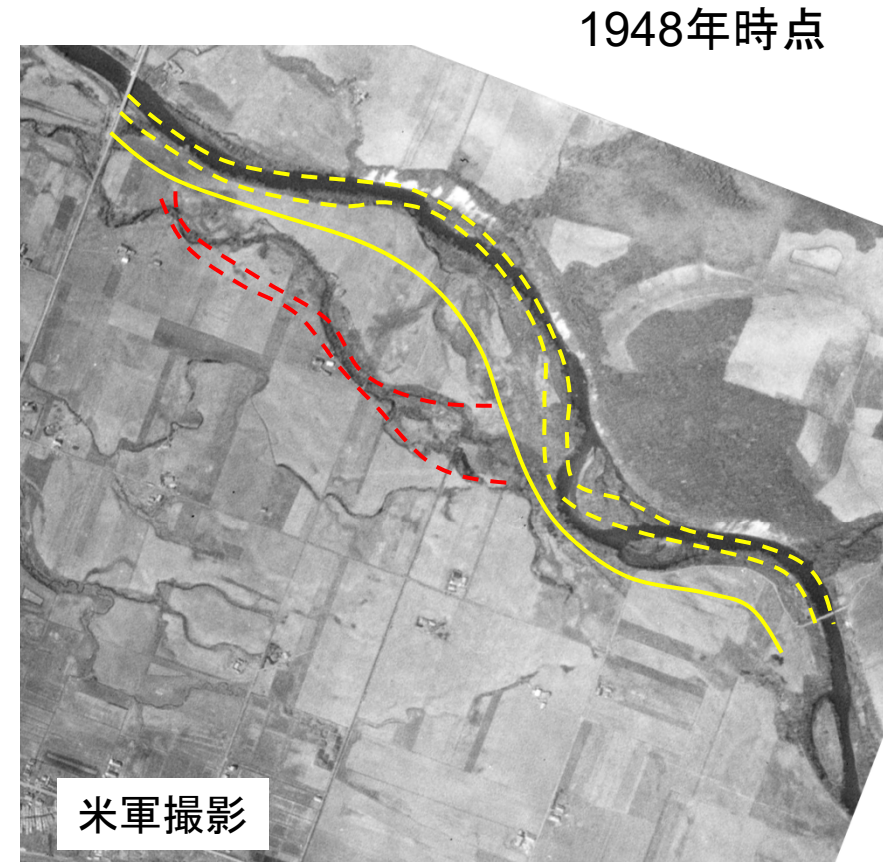


洪水前後における流路変動



- 破堤地点付近の湾曲部において洪水時に砂州が発達し、流路が外岸側に移動.
- 流路の移動は破堤した堤防付近まで及んでおり、破堤被害を大きくした可能性.
- 氾濫流は、耕作地を侵食し、新たな流路を形成している.

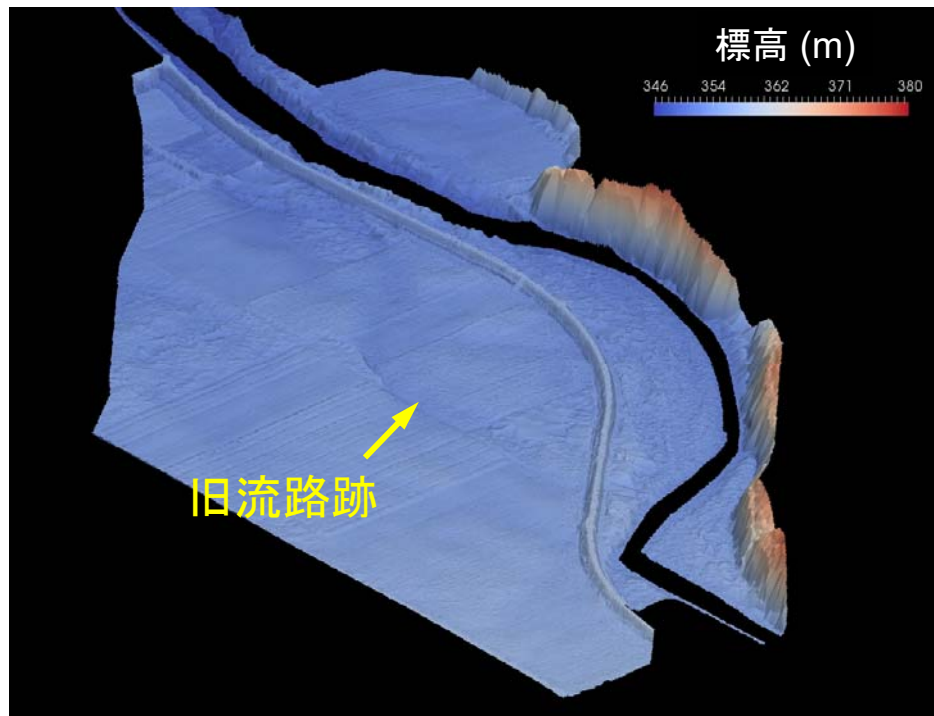
旧流路との関連性



- 築堤以前では、現在の空知川だけでなく、堤内側に流路が形成されていた。
- 今回の破堤流により形成された流路は、この旧流路とほぼ同じ位置に形成されている。

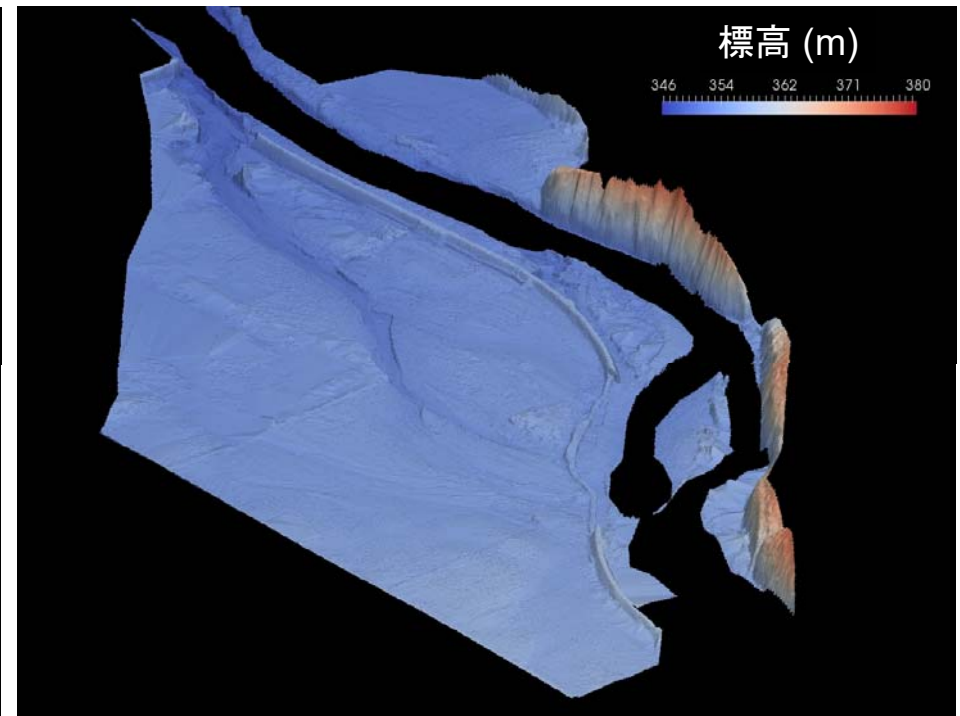


洪水前後の地形



洪水前の地形

平成23年取得LPデータより作成
(北海道開発局提供)



洪水後の地形

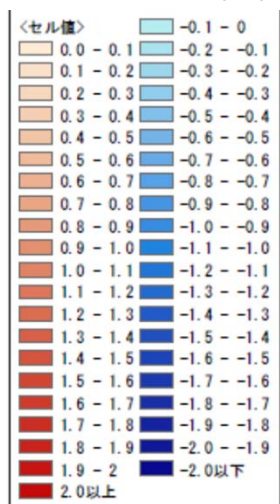
2016/9/2取得地上レーザー測量より作成
(提供: 寒地土木研究所)

洪水前後の地形変動量

氾濫流により、2m程度の侵食が生じ、流路を形成

主流が堤防に近接し、破堤・氾濫被害を増大？

地形変動量 (m)



落掘れ
→越流により形成か？

低水路護岸

幾寅上流側破堤地点

a) 提供: 水工技研 石田義明氏 (2016/9/1)

下流側の堤防



流木が乗り上げるほどの越流水
深だったことが推測される

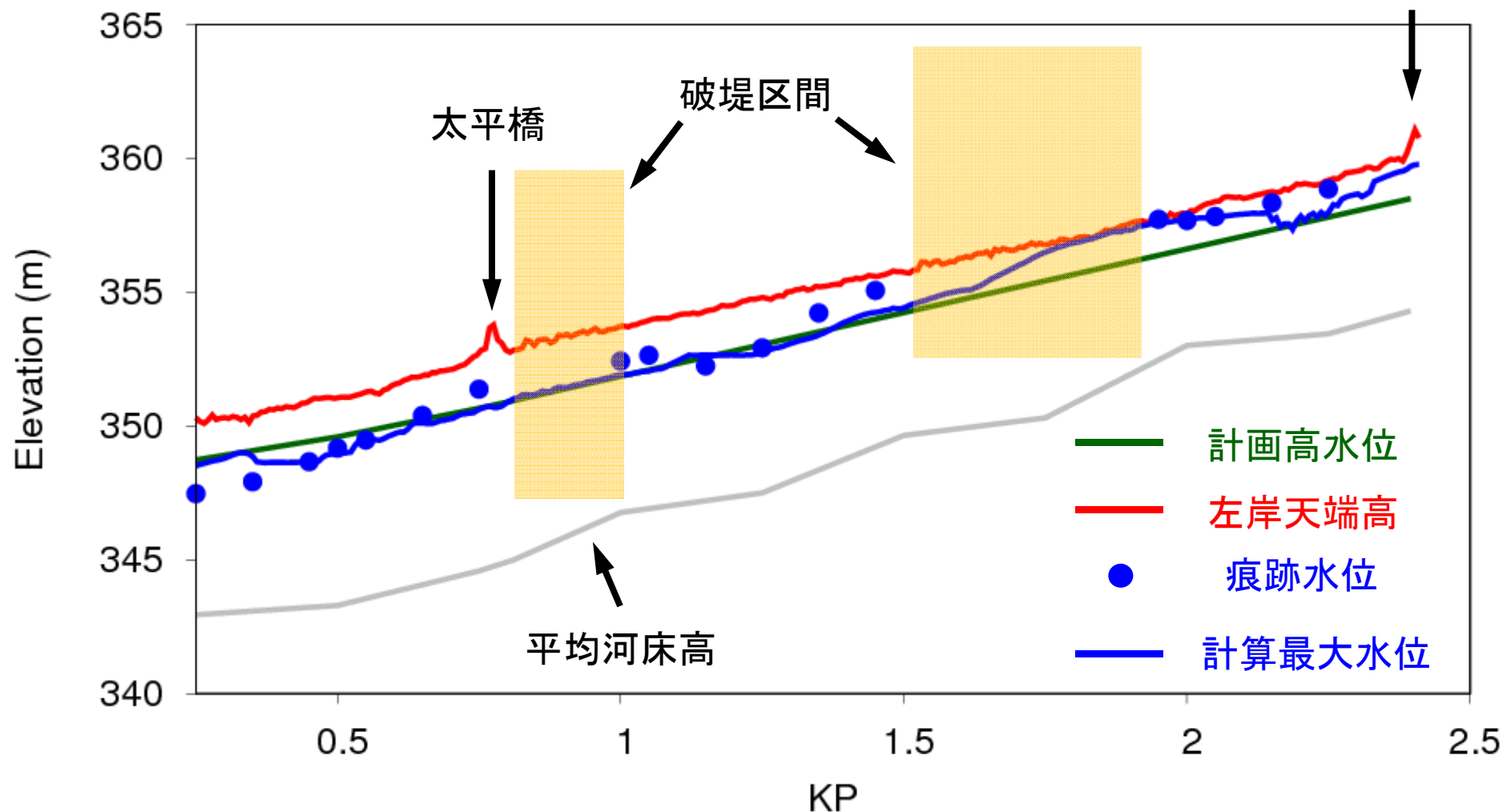
草が堤内側へ向かって倒れて
いる→越水した痕跡



粘着性の少ない砂

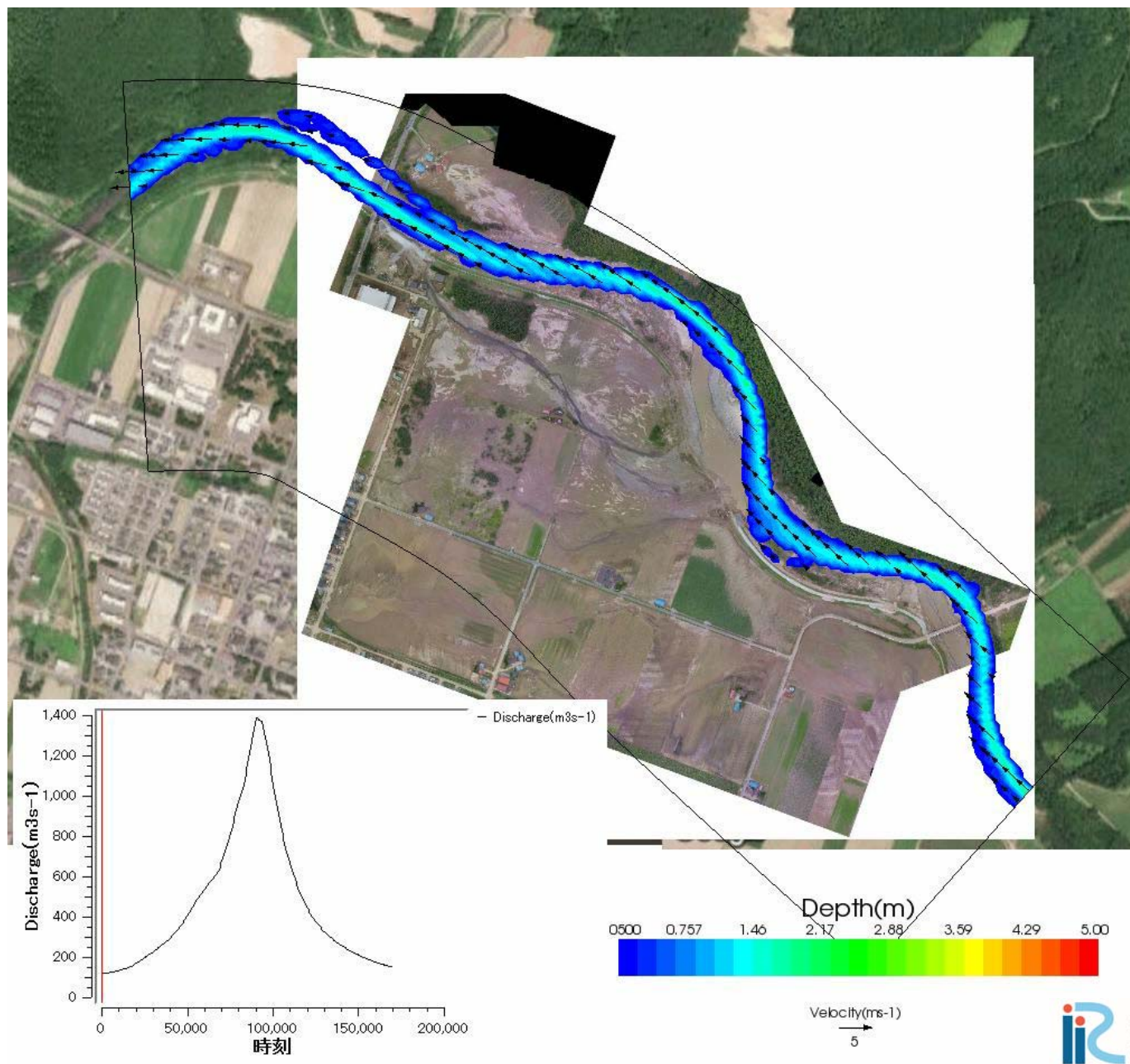
b) 提供: 寒地土木研究所 (2016/8/31 14時頃)

痕跡水位と計算水位の比較



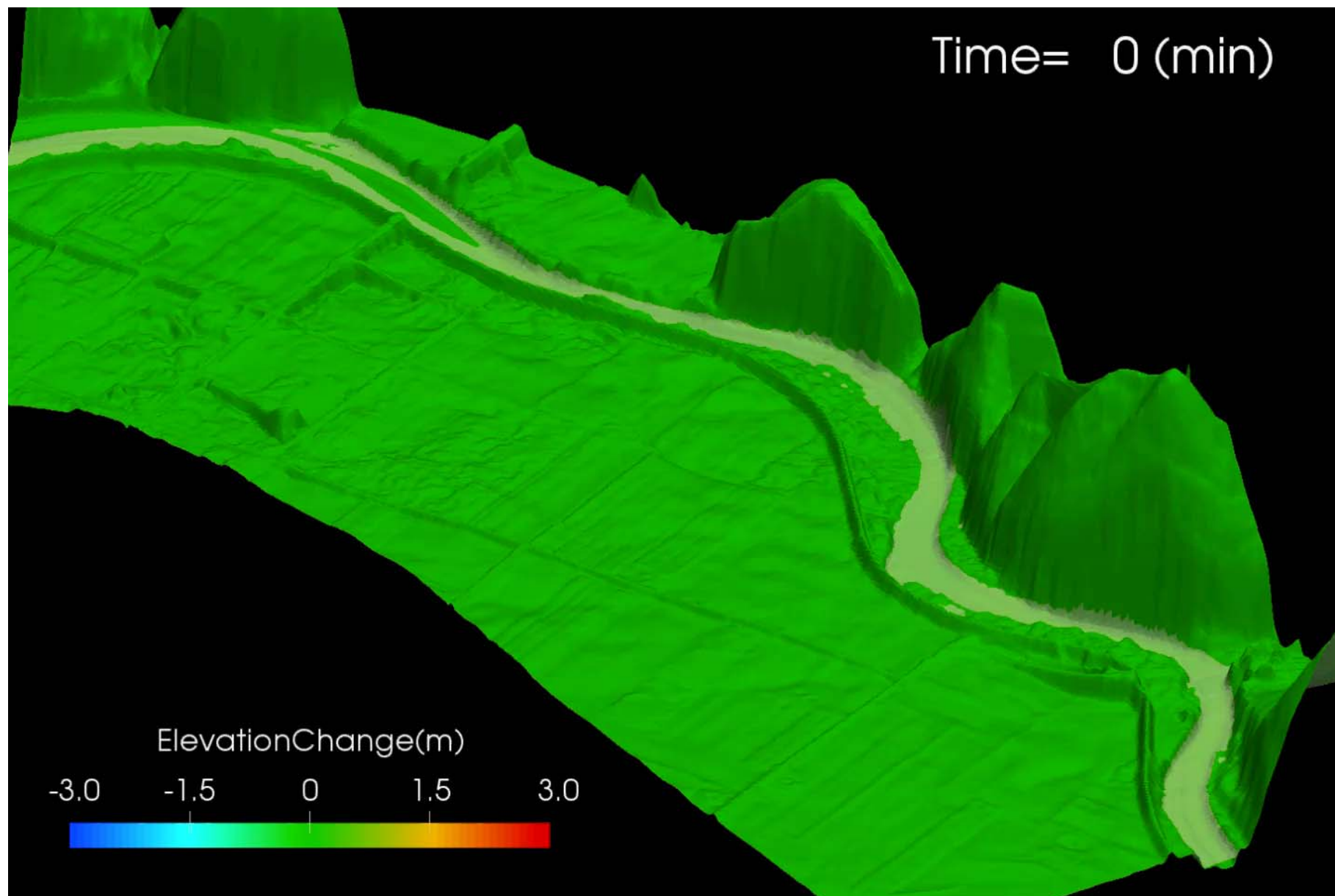
- 上流側破堤地点では、水位は計画高水位を超え、左岸堤防天端高まで達している。
- 下流側破堤地点では、河道内水位は堤防高さまで達していない。

平面二次元モデル(iRIC-Nays2DH)による氾濫，河床変動計算





平面二次元モデル(iRIC-Nays2DH)による氾濫，河床変動計算



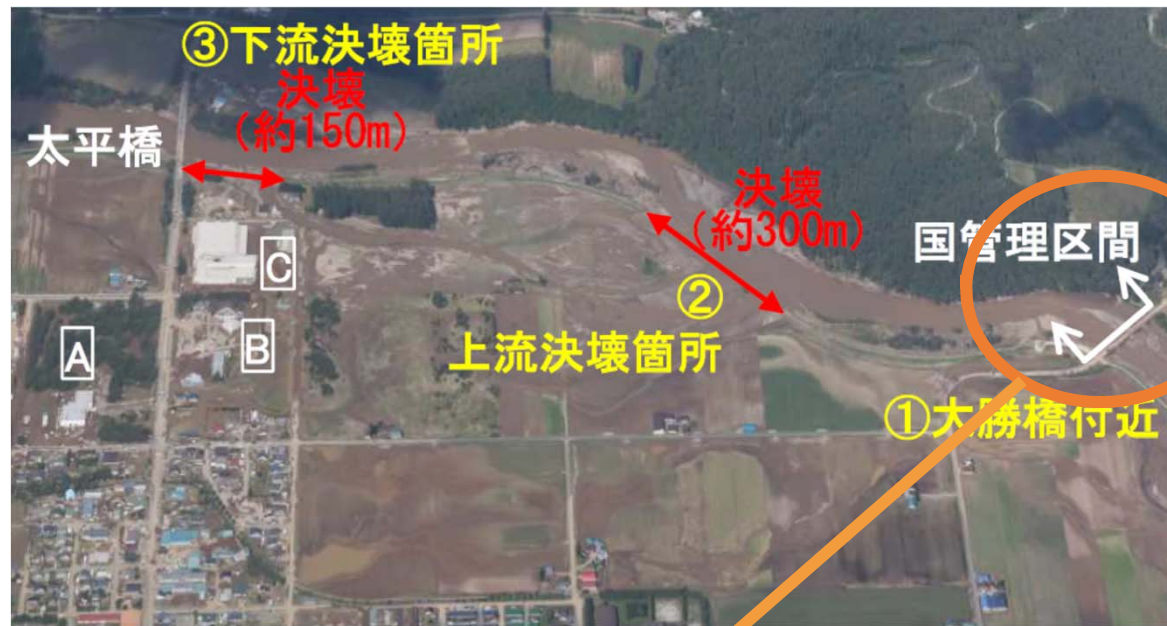
空知川の流木について(木村、川村)



- 平成28年8月の出水で発生した流木が太平橋、大勝橋で捕捉
- 大勝橋では橋桁に乗り上げ、欄干が変形

(c) 流木スタックが氾濫および河床変動へ及ぼす影響(木村)

北海道開発局堤防調査委員会資料(第1回)より



幾寅地区氾濫域の上
流側の大勝橋は



流木スタックにより流
路の急激な移動



氾濫や河床変動に及
ぼした影響は？



数値解析による検討

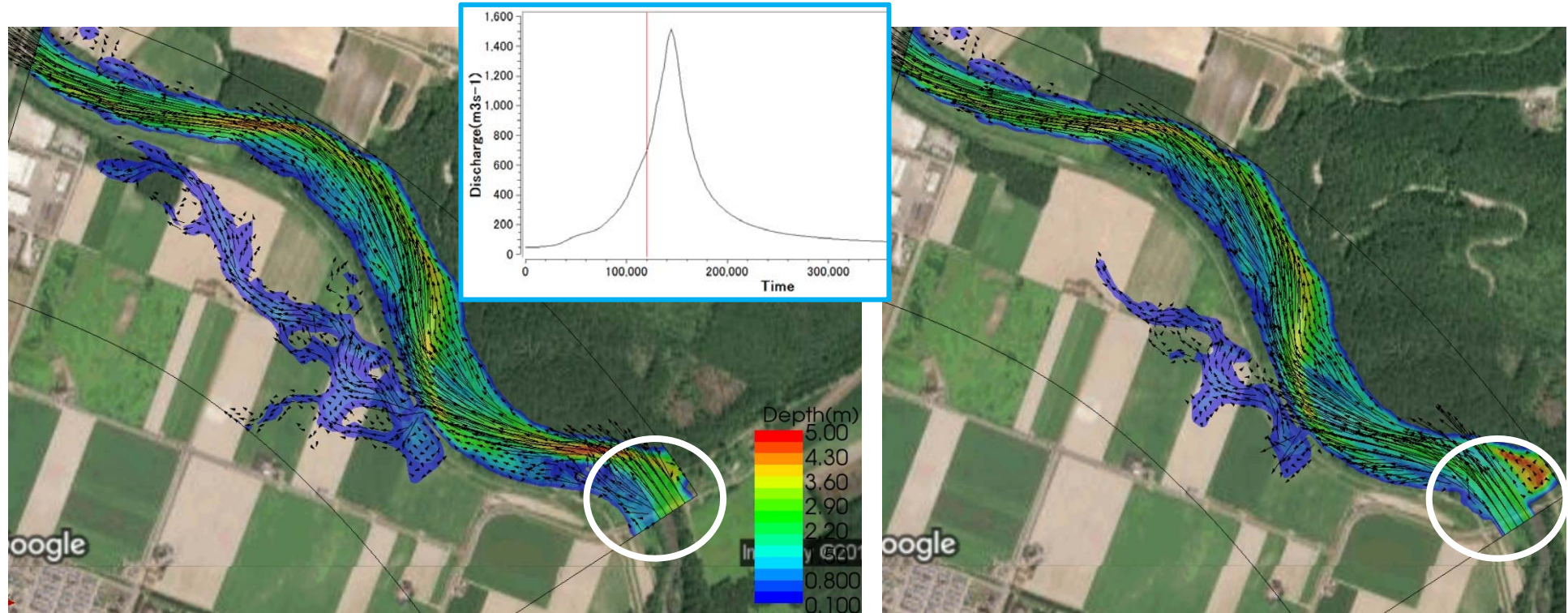


被災前の状況(流路が右岸寄り、H23撮影)



被災後の状況(流木による河積阻害の影響で流路が左岸に移動したと推察)

iRIC Nays 2DHによる検討(氾濫開始時の状況)



流木スタック無しの場合(t=33hr)

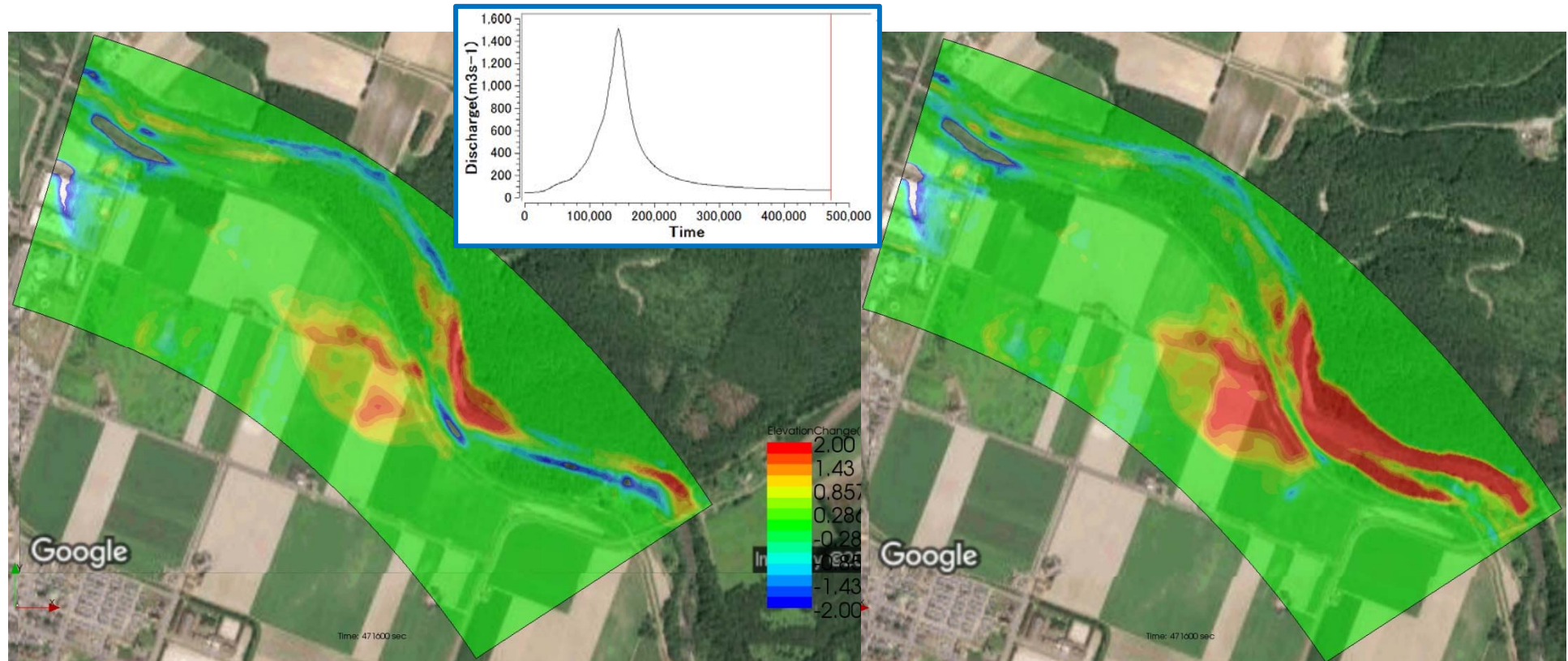
流木スタック有の場合(t=33hr)

計算条件:ピーク流量=1515m³/s, マニング粗度係数=0.03, 平均粒径=100mm

大勝橋流木スタックは右岸側橋脚間を障害物で遮断することで表現

流木スタック有無によらず堤外地からの氾濫と再流入が再現.
氾濫発生時刻はスタックを考慮した場合が若干遅い.
流路移動により水衝部衝突角度が小さくなったためと推測.

iRIC Nays 2DHによる検討(河床変動量の比較)



流木スタック無しの場合(t=151hr)

流木スタック有の場合(t=151hr)

流木スタックを考慮しない計算では上流域の水衝部や低水路護岸に浸食が顕著であるが、流木スタックを考慮した計算ではこれらの浸食がみられない。

水衝部衝突角度の緩和、高水敷への流量分散の影響と推測。
下流域の河床変動に差異は見られない。

避難行動に関するアンケート調査(田中)

【地域】:南富良野町幾寅地域

※避難指示・避難勧告の対象地域

【方法】:東町町内会(105戸),

西町町内会(130戸),

岐阜町町内会(122戸)の各町内会に全戸配布

回答後に各戸からの返送

【時期】:平成28年12月末より順次配布

【結果】:106件(回収率:29.7%)

※平成29年2月2日現在

回答結果（速報）※平成29年2月2日現在

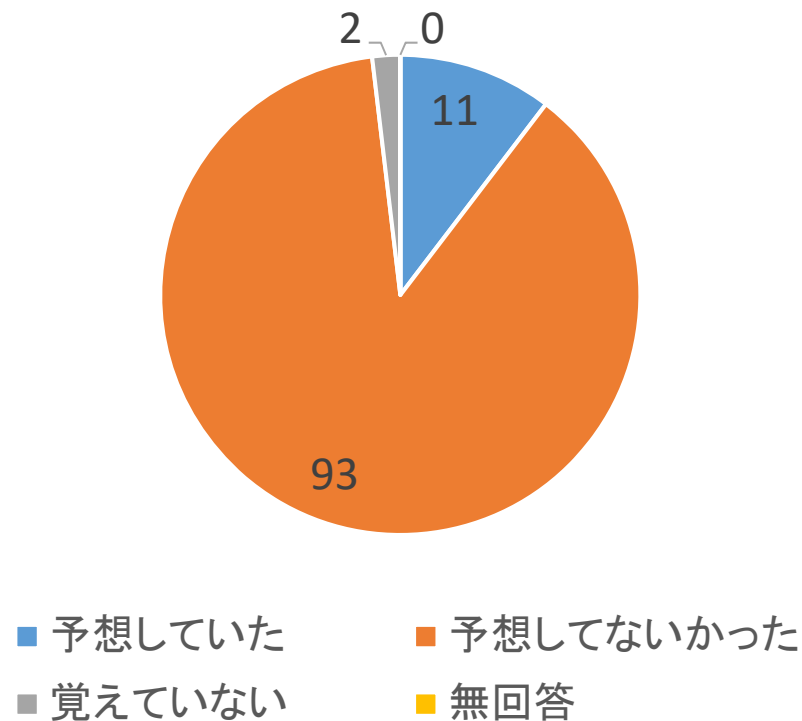


図3.3.9.1 事前に災害を予想(人)

災害発生時: **自宅にいた** 94人
外出していた 10人
無回答 2人

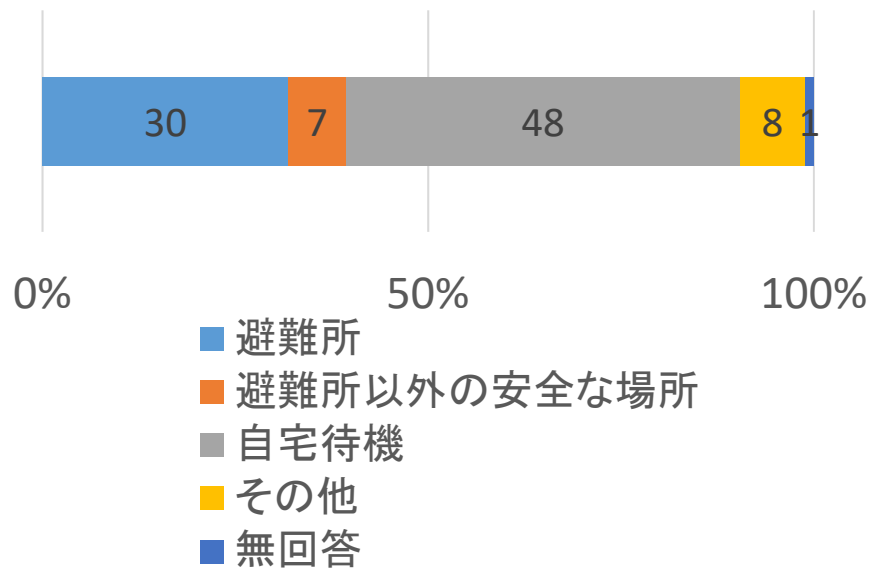


図3.3.9.2 自宅にいた人のその後の行動(人)

自宅に待機していた状況は、他の回答結果から、災害の発生がAM2:00頃であったことや、避難に関する情報が入出できなかったことや、既に浸水していたことなどが考えられる

回答結果（速報）※平成29年2月2日現在

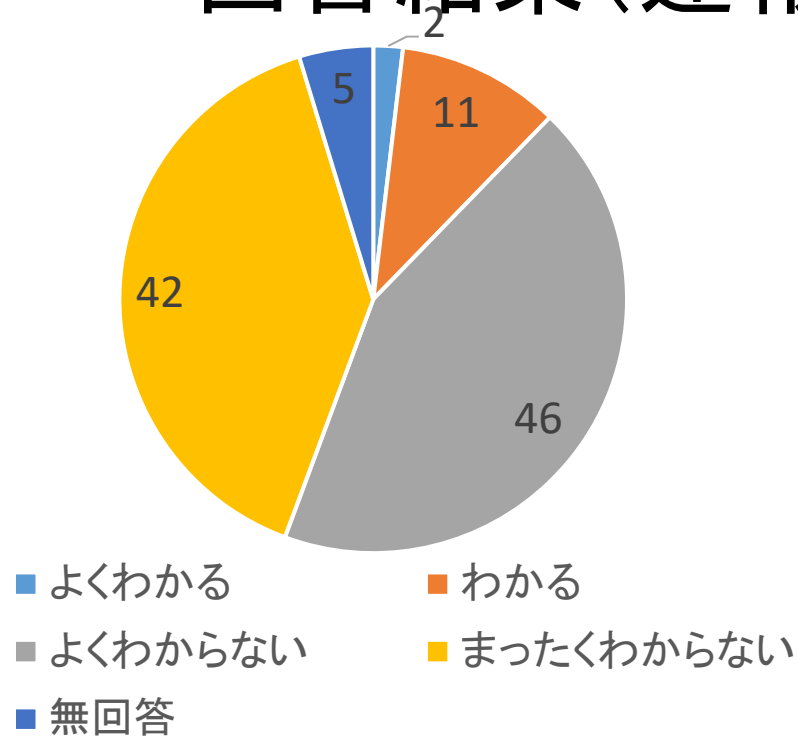


図3.3.9.3 避難に関する情報（人）

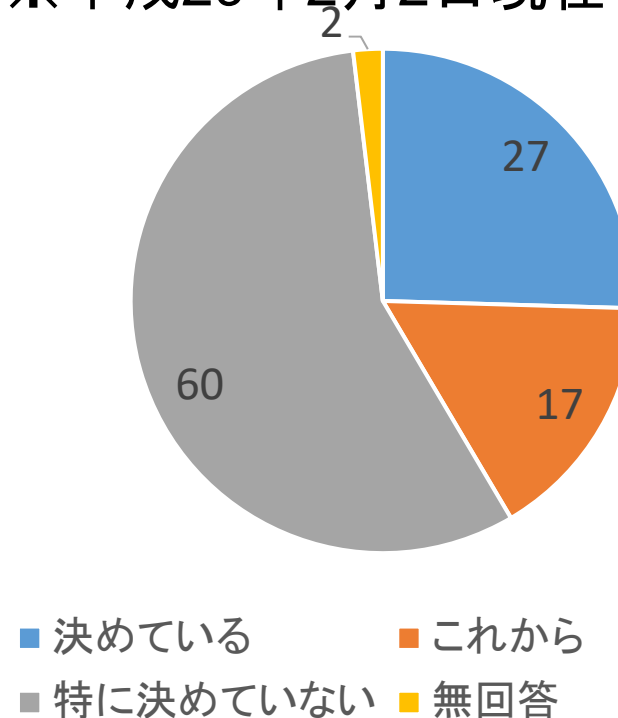


図3.3.9.2 家族と避難場所を決めている（人）

個々の回答者で異なるが、他の回答結果から、災害の発生がAM2:00頃であったことや、停電が起きていたこと、携帯電話の不通、ラジオ音の聞き取り困難、雨風の音などから、避難に関する情報を入手し難い環境であったことがうかがえる。避難場所が家族の中で特に決められていない状況については、生活環境にもよるものと考えられるが、今後、調査結果を精査し検討する予定である。

「今回の調査で見えてきたこと(1)」

- ダムの効果が歴然



石狩川水系のダム群の貯水池はほとんど満杯
治水(多目的)ダムのある河川では下流の被害は最小限
ダムの上流やダムの無い河川での被害が大きい

ダムの有無が明暗を分ける



定量的な確認
既存ダム貯水池の運用見直し
新規ダム遊水地の計画

「今回の調査で見えてきたこと(2)」

- 河川が氾濫すると昔の川の痕跡をたどる？

→ シミュレーションにより確認
ハザードマップなどの防災情報に有効

- 氾濫水が氾濫した後の挙動にも注意すべき

→ 霞堤、二線堤などの先人の知恵を評価する必要

- 低水路の蛇行による浸食が堤防浸食に至り(美瑛川・辺別川・札内川)、流量が多い場合はそこから氾濫(空知川)

→ 扇状地・急流河川では従来の複断面・堤防方式の治水では不十分

護岸は低水路だけではなく、高水敷・堤防、場合によって天端や裏法も必要か？

大量の土砂流出も原因か？

→ 治山・砂防事業と一体となった河川整備

「今回の調査で見えてきたこと(3)」

- 大河川、一級河川では、治水事業の効果が歴然

→ 中小河川、補助区間、二級河川での被害が著しい

人口は少ないが、食料基地の農業被害が深刻

ポテトチップス問題は氷山の一角？

広範囲の農業地域の河川の治水対策が急務

- おびただしい数の橋梁被害

河川の蛇行、浸食による橋裏の被害が多発

→ 現況復旧だけではなく、河川の変動を考慮した橋梁計画の必要性

「今回の調査で見えてきたこと(4)」

- 計画の見直しの必要性



気候変動や降雨特性の変化を踏まえた計画の見直しが必要
計画(想定)を超える規模の外力への対応

例えば



河川水は堤防を越えて溢れることもあるということを踏まえた
計画、氾濫した後の氾濫原管理、霞提も有効か

- ソフトな対策の一層の充実の必要性



警報・交通遮断・避難勧告などの迅速な対応
普段からの水害に対する心構え、啓蒙、教育
緊急時の行政・住民とのコミュニケーション手段の充実

- 大量の水害に関するデータを未来へ残す必要性